



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

(11) PI 0409328-3 B1

(22) Data do Depósito: 14/04/2004

(45) Data de Concessão: 24/10/2017



(54) Título: TRANSDUTOR DE FLUXO MAGNÉTICO E MEDIDOR DE FLUXO INCORPORANDO O MESMO

(51) Int.Cl.: G01F 1/58

(30) Prioridade Unionista: 14/04/2003 GB 03 08446.4

(73) Titular(es): SENTEC LIMITED

(72) Inventor(es): ANTONY ROBERT GLAUSER; ALEXANDER CHARLES KNILL

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "TRANS-DUTOR DE FLUXO MAGNÉTICO E MEDIDOR DE FLUXO INCORPORANDO O MESMO".

Campo Técnico

[001] A presente invenção refere-se a transdutores de fluxo magnético e em particular a medidores de fluxo magnético de água.

Antecedentes da Técnica

[002] Em um medidor de água de utilidade convencional, um transdutor de fluxo mecânico (tipicamente deslocamento positivo ou turbina única/de múltiplos jatos) é acoplado a um mecanismo de registro que mede o número de ciclos repetitivos do transdutor. Esse mecanismo é muitas vezes um hodômetro mecânico. Para interfacear isso aos eletrônicos requeridos para leitura de medidor remoto pode ser laborioso e caro, mesmo quando o hodômetro é repostado por um registro de estado sólido tendo contadores digitais.

[003] O uso de um transdutor de fluxo que está também em estado sólido reduz tais problemas de interface. Tal transdutor de fluxo é um transdutor de fluxo magnético de uma espécie que é bem-conhecida: GB1303730A descreve um transdutor em que os eletrodos compreendem um alongado fio condutor contendo cobre circundado por um material de isolamento prévio. SU800650B descreve um medidor de fluxo em que um eletrodo é envolvido pelo uso de um sistema protetor na forma de um par galvânico consistindo em um eletrodo de grade feito de material catalítico para reinstalação de oxigênio e diretamente acoplado a um anodo que circunda o eletrodo de medição e é feito de material potencial estacionário com respeito à reinstalação de oxigênio. US3299703 reivindica um medidor de fluxo em que eletrodos são colocados em recessos formados na parede interna de um conduíte de fluxo e onde um agente de umedecimento é colocado nos recessos entre os eletrodos e o líquido. JP54116960A descreve um medidor de

fluxo em que um par de eletrodos é suprido com um potencial positivo a fim de manter as superfícies de eletrodo limpas.

[004] Tal transdutor de fluxo é também mostrado a título de exemplo na vista em seção transversal da figura 1. O tubo de fluxo, 101 incorpora um transdutor magnético 109 compreendendo um par de eletrodos 102 disposto através de um diâmetro da tubulação 101, com pelo menos parte de uma superfície de cada eletrodo 102 em contato íntimo com o fluido 108 na tubulação. Peças de pólo magnético 103 são dispostas através do diâmetro ortogonal da tubulação 101 e ligadas por um circuito magnético 104. Como é bem-conhecido na técnica, o campo magnético 107 confere uma força em espécies carregadas movendo com um meio volumoso (íons no caso de água), fazendo com que as espécies carregadas migrem em uma direção ortogonal tanto para o campo magnético como para a direção de movimento de fluido volumoso. O deslocamento mútuo de espécies carregadas de maneira oposta resulta em um campo elétrico ao longo da direção de migração, que se forma até a força eletrostática em um íon dado ser balanceada pela força magnética. Já que a força magnética depende implicitamente da velocidade de fluxo do meio volumoso, a medição do campo elétrico oposto (ou diferença potencial) fornece um meio conveniente para determinar a taxa de fluxo, enquanto a integração sobre o tempo permite que o volume total que passou através do tubo seja calculado. A circuitação para processar os sinais de eletrodo para obter tais medições é bem-conhecida na técnica e consequentemente não descrita em maiores detalhes aqui.

[005] Como é também bem-conhecido, pode ser vantajoso alterar o campo magnético aplicado, a fim de superar várias limitações de uma medição de campo estático. Uma tal limitação é imposta pela natureza dos eletrodos usados para medir a diferença de potencial elétrico no fluido. Um eletrodo ideal irá formar uma conexão elétrica perfeita

para o fluido, sem barreira de energia para a troca de carga de qualquer forma através da interface sólida-líquida. Isso é raramente observado em sistemas práticos, e é muito mais provável que um diferente potencial elétrico esteja presente através da interface. A diferença de potencial é muitas vezes pobremente definida, e varia aleatoriamente com tempo tal que exhibe um espectro de ruído que é inversamente proporcional à frequência ($1/f$). Uma medição de campo estático (DC) será, por conseguinte, submetida a grandes erros instantâneos.

[006] Alternando o campo magnético aplicado em uma frequência conhecida f_0 é parcialmente superado esse problema: como mostrado na figura 2, isso resulta no sinal elétrico desejado 201 também estando presente na frequência f_0 que é escolhida para ser significativamente maior do que a frequência característica do espectro de ruído de eletrodo 202. A medição da amplitude de sinal elétrico a fornece uma indicação da taxa de fluxo que é substancialmente livre de erros.

[007] Uma razão adicional para aplicar um campo magnético alternado é que a impedância elétrica de sinal pequeno de eletrodos típicos, como percebido por um circuito de medição anexado entre eles, também cai com aumento de frequência. O circuito de medição pode, por conseguinte, ser permitido para puxar mais corrente da fonte de sinais, sem causar substanciais erros. A principal vantagem é que um desenho de circuito de medição mais simples, mais econômico pode ser adotado.

[008] Para entender o comportamento da dependência de frequência dos eletrodos, é útil considerar um modelo elétrico simples de figura 3 que é muitas vezes aplicado à interface sólida-líquida 301, consistindo em um resistor 302 em paralelo com um capacitor 303. A troca direta de espécies carregadas entre o sólido 304 e o líquido 305 é significada pelo fluxo de corrente através do resistor 302, enquanto o capacitor 303 representa a tendência de espécies carregadas para

acumular nas adjacências da interface, sem realmente atravessá-las. Em frequências substancialmente acima de 1Hz, o capacitor 303 geralmente fornece a rota mais fácil para o fluxo de uma corrente de sinal pequeno através de uma interface sólida/líquida.

[009] No dispositivo da figura 1, um campo magnético alternado é obtido por meio de bobinas 105 enroladas em torno de parte de circuito magnético 104 e suprido com uma corrente alternada adequada em forma de onda. Além do mais, para reduzir o consumo de energia, é conhecido fornecer um circuito magnético 104 com um ou mais elementos 106 exibindo remanência magnética de modo que as bobinas necessitam somente ser energizadas quando for requerido trocar o estado do campo magnético.

[0010] A presente invenção tem ainda como um objetivo a redução adicional no consumo de energia de transdutores de fluxo magnético.

Descrição da Invenção

[0011] Dessa maneira, a invenção consiste em um transdutor de fluxo magnético tendo eletrodos e um campo magnético alternado, em que um eletrodo tem energia de ruído inferior em frequências abaixo de 5Hz do que um eletrodo compreendendo carbono ou liga de metal resistente à corrosão e compreende um metal e uma camada de um sal do tal metal disposta de tal maneira que seja interposta entre o metal e o fluido, a camada sendo eletroquimicamente depositada ou sinterizada.

[0012] A invenção baseia-se no reconhecimento de que usando um eletrodo tendo energia de ruído mais baixa em baixas frequências do que eletrodos convencionalmente usados em medidores de água, a frequência do campo magnético alternado pode ser reduzida para o mesmo sinal para razão de ruído que por sua vez reduz o consumo de energia do transdutor.

[0013] Em contraste, os eletrodos de transdutores de fluxo magné-

tico conhecidos são escolhidos por sua imunidade aos efeitos de corrosão e consequentemente feitos de ligas de metal resistentes à corrosão tais como aço inoxidável ou Hastelloy. Em tais transdutores conhecidos, o potencial eletroquímico através da interface é pobremente definido, permitindo amplas variações sobre um período de tempo mais longo, da ordem de segundos. No entanto, já que conhecidos transdutores operam em uma frequência de campo magnético muito maior do que 1 Hz, isso não tem causado problemas. Desse modo, diferentemente expressada, a invenção também consiste em um transdutor de fluxo magnético em que um eletrodo tem um ruído característico em frequências de campo magnético em torno de 1 Hz que é mais baixo do que o de um eletrodo compreendendo uma liga de metal resistente à corrosão e compreendendo um metal e uma camada de um sal do tal metal disposta de tal maneira que seja interposta entre o metal e o fluido, a camada sendo eletroquimicamente depositada ou sinterizada.

[0014] O eletrodo de acordo com a invenção é configurado de modo que uma corrente galvânica flua através da sua interface com o fluido do fluxo. Uma corrente galvânica surge devido ao movimento ou troca de espécies carregadas através da interface sólida-líquida. É distinto a partir da corrente de deslocamento que flui entre o líquido e os eletrodos de sensor em medidores de fluxo magnético conhecidos e que flui como o resultado de chapas de carga opostas formando ou dispersando qualquer lado de uma interface sem realmente atravessar o limite de fase. A configuração de corrente galvânica aperfeiçoa significativamente a impedância elétrica e características de ruído do eletrodo.

[0015] Além do mais, o eletrodo de acordo com a invenção é configurado de modo que a corrente galvânica seja carregada por íons. Os íons de prata são particularmente vantajosos já a prata sólida é es-

tável em água por um longo período de tempo e não corrói significativamente. Além do mais, é não tóxica e um aditivo alimentar permitido (E174). A prata está também próxima do cobre nas séries eletroquímicas, reduzindo o risco de corrosão eletrolítica não desejada em tubulações de água. É também biocida, ajudando a impedir a estagnação e formação de biofilmes desagradáveis no e em torno de eletrodos.

[0016] Além disso, o arranjo de um metal e um sal de tal metal interposto entre o metal e o fluido do fluxo, assiste a troca de carga entre o condutor e o fluido que realça a corrente galvânica. O sal ou composto iônico é, de preferência, parcialmente solúvel no fluido cujo fluxo é para ser medido e é desse modo retido no eletrodo. Onde o metal é prata, o composto iônico pode ser um sal de halogeneto de prata. Além disso, onde o fluido é água, tais sais de halogeneto de prata são vantajosamente formados pelos íons mais comumente presentes em água de torneira (cloreto, fluoreto). Os halogeneto de prata formam meias-células eletroquímicas estáveis em contato com o metal.

[0017] De acordo com a invenção, a camada de sal de metal é eletroquimicamente depositada em uma superfície de metal, por exemplo por anodização ou compreende uma camada sinterizada de sal de metal sobre uma superfície de metal. A espessura da camada afetará a impedância do eletrodo: se ela é muito espessa, adicionará uma excessiva impedância de série ao circuito elétrico total, enquanto que se ela é muito fina, a concentração será insuficiente para manter as reações eletroquímicas requeridas. A espessura da camada é, por conseguinte, preferivelmente escolhida, por exemplo empiricamente, para se situar entre esses dois extremos de modo que a impedância do eletrodo esteja em um mínimo.

[0018] Um adicional aperfeiçoamento nas características de ruído e elétricas pode ser obtido por um eletrodo tendo uma superfície de metal que foi tornada áspera a fim de aumentar sua área ativa. Isso

pode convenientemente ser obtido pela redução de algum sal de metal de volta a metal, que tipicamente resulta em um redesenvolvimento de metal que é não uniforme e áspero. Dessa maneira, um segundo aspecto da invenção consiste em um transdutor magnético para medir o fluxo de um fluido, o transdutor tendo eletrodos e um campo magnético alternado, em que um eletrodo tem energia de ruído mais baixa em frequências abaixo de 5Hz do que um eletrodo compreendendo carbono ou liga de metal resistente à corrosão e compreende um metal e uma camada de um sal do tal metal disposta de tal maneira que seja interposta entre o metal e o fluido, a camada sendo parcialmente reduzida de volta a metal. Diferentemente expressado, o segundo aspecto da invenção consiste em um transdutor magnético para medir o fluxo do fluido, o transdutor tendo eletrodos e um campo magnético alternado, em que um eletrodo tem uma característica de ruído em frequências de campo magnético em torno de 1Hz que é mais baixa do que aquela de um eletrodo compreendendo carbono ou liga de metal resistente à corrosão e compreende um metal e uma camada de um sal do tal metal disposta de modo que ela esteja interposta entre o metal e o fluido, a camada sendo parcialmente reduzida de volta a metal.

[0019] Preferivelmente, um par de eletrodos do transdutor de fluxo magnético será balanceado a fim de minimizar o potencial afastamento entre os dois. Cada eletrodo atua como uma meia-célula eletroquímica separada, com uma diferença potencial correspondente com relação ao líquido. Se os eletrodos não são idênticos, a diferença entre os dois potenciais de meia-célula estará presente entre os terminais de eletrodo, e isso pode causar problemas com a circuitação de amplificação subsequentemente (por exemplo saturação).

[0020] As vantagens de energia baixa da invenção acima são adicionalmente intensificadas pela redução em consumo de energia obtida quando o campo magnético é gerado por meio de exibição de re-

manência magnética como discutido acima. A invenção também compreende um medidor de fluxo incorporando tal transdutor magnético, onde o consumo de energia baixa do transdutor também torna praticável o uso de energia de bateria (mostrado em 110 na figura 1) e as vantagens em termos de facilidade de instalação que isso traz.

Breve Descrição dos Desenhos

[0021] A invenção é ilustrada em diagrama, a título de exemplo, nos desenhos em anexo, em que:

[0022] A figura 1 é uma vista em corte transversal de um tubo de fluxo equipado com um transdutor de fluxo magnético;

[0023] A figura 2 ilustra as características de amplitude/frequência do sinal dos eletrodos;

[0024] A figura 3 é um modelo elétrico simples da interface sólida/líquida;

[0025] A figura 4 mostra um eletrodo de uma primeira modalidade da invenção;

[0026] A figura 5 ilustra a troca de carga completamente reversível, galvânica entre o fluido e o metal;

[0027] A figura 6 ilustra um arranjo por meio do que os eletrodos da invenção podem ser formados;

[0028] A figura 7 mostra um eletrodo preparado usando o arranjo da figura 6;

[0029] A figura 8 mostra uma construção do segundo eletrodo de acordo com a invenção;

[0030] A figura 9 mostra uma terceira construção de eletrodo de acordo com a invenção;

[0031] A figura 10 mostra uma quarta construção de eletrodo de acordo com a invenção;

[0032] A figura 11 é um gráfico de densidade de ruído contra a frequência para vários materiais de eletrodo.

Melhores Modos Para Realizar a Invenção

[0033] A figura 4 mostra um eletrodo de uma primeira modalidade da invenção e compreende um elemento de metal 401 (por exemplo um fio, uma chapa, ou filme cobrindo completamente um condutor fundamental) coberto com um composto iônico 402 do mesmo metal, que é parcamente solúvel no fluido do fluxo a ser medido 403.

[0034] No exemplo mostrado, o metal 401 é prata, com o composto anexo 402 sendo cloreto de prata. A figura 5 ilustra a troca de carga completamente reversível, galvânica entre o fluido 403 e o metal 401 por meio de íons de prata atravessando o limite de fase entre o eletrodo de prata 401 e a camada de cloreto de prata hidratado 402. O potencial elétrico através da interface é definido pela equação de Nernst, que por sua vez depende da concentração da superfície de AgCl e da concentração líquida de íons C_1 . Embora essas quantidades não vão ser constantes, elas podem normalmente ser esperadas para variar em uma escala de tempo muito maior do que o período do campo magnético alternado. De acordo com a invenção, a escala de tempo dessa variação é significativamente mais longa do que uma superfície de eletrodo que não possui um mecanismo de troca iônica controlada. Dessa maneira, a operação em uma frequência inferior é facilitada porque a energia de ruído é reduzida. A figura 11 mostra a variação (curva C) em ruído N com frequência f para eletrodos compreendendo cloreto de prata comparado com eletrodos de aço ou de carbono convencionais (curvas A e B). A linha de base é mostrada em D.

[0035] A camada de composto iônico 402 pode ser formada pela reação espontânea da superfície de metal com espécies ordinariamente presentes no fluido. Por exemplo, os eletrodos de prata são prováveis para reagir com os agentes de tratamento (ou resíduos) em um suprimento de água clorada, em última análise produzindo cloreto de prata.

[0036] A figura 6 ilustra um aparelho para implementar um método para reforçar a quantidade de composto iônico para situações onde reações espontâneas são insuficientes. Um terceiro eletrodo 604 é fornecido para fazer contato ao fluido 603, em adição aos eletrodos de medição 601 e 602. O eletrodo 604 não necessita ser feito do mesmo material que o 601 e 602 (por exemplo grafite ou aço seria suficiente). Em intervalos determinados por controle de eletrônicos 605, um potencial substancial é aplicado entre o eletrodo 604, e os eletrodos de medição 601 e 602. Para o sistema de cloreto de prata descrito acima, ambos os eletrodos de medição 601 e 602 seriam mantidos em um potencial positivo com respeito ao eletrodo 604, suficiente para fazer com que uma quantidade da prata em eletrodos 601 e 602 reaja com espécies iônicas negativamente carregadas nas adjacências. As espécies iônicas seriam preferivelmente cloreto, e o potencial aplicado entre os eletrodos pode ser escolhido para favorecer tal reação.

[0037] O intervalo e a duração do tratamento acima podem ser determinados por um número de formas. Na implementação mais simples, os intervalos em que ele foi aplicado seria fixado antes da instalação. Alternativamente, os intervalos podem ser calculados de acordo com as propriedades do sinal elétrico detectado pela unidade de medição 606. Por exemplo, uma variação aleatória aumentada no sinal dos eletrodos (isto é, mais ruído) sinalizaria que a impedância do eletrodo está surgindo, mais provavelmente devido à exaustão de composto iônico. Isso seria usado para disparar um ciclo de tratamento para restaurar a cobertura. Alternativamente, o estado da cobertura de eletrodo seria determinado usando uma medição de impedância ativa aplicada pela unidade 606.

[0038] A figura 7 mostra um eletrodo preparado usando o método acima e compreendendo uma seção chata de prata 701 eletroquimicamente coberta com um filme delgado de cloreto de prata 702. Posi-

cionado em contato direto com o líquido fluente 703, e preferivelmente em nível com a parede do tubo de fluxo a fim de reduzir a turbulência e o ruído de medição correspondente e incerteza, sua superfície tenderá a ser abrasada além do tempo por partículas no líquido, ajudando dessa maneira a manter uma superfície de eletrodo ativa.

[0039] Uma área de superfície maior, junto com um reservatório mais persistente de cloreto de prata, pode ser obtida pelo uso de cloreto de prata sinterizado sobre um eletrodo de forro de metal, como mostrado em 801 e 802 respectivamente, na figura 8. Como mostrado, o eletrodo 802 é monolítico, i.e. uma peça sólida única de fio ou chapa. No entanto, uma construção sinterizada é também possível. Uma prata metálica na forma de grânulos pode também ser incluída na camada de cloreto de prata sinterizada 801, sendo a proporção de grânulos de prata escolhida de modo que um número substancial faça contato elétrico um com o outro. Tal mistura de grânulos de prata e grânulos de cloreto de prata pode ser formada em um terceiro elemento metálico monolítico tal como uma barra de prata ou chapa.

[0040] A figura 9 mostra uma adicional construção de eletrodo mais robusta de acordo com a presente invenção que é também mais estável com tempo e menos suscetível à exaustão e interferência de efeitos de contaminação e fluxo. Uma chapa de prata monolítica 901 é colocada atrás de um elemento poroso protetor, tal como uma frit 902, com um reservatório interveniente 903 de cloreto de prata, que pode ser grânulos de cloreto de prata e/ou prata, um pó ou um precipitado.

[0041] A figura 10 representa um compósito das figuras 7 e 8, com grânulos sinterizados de cloreto de prata 1001 ajustado em um recesso central 1002 dentro de um elemento de prata sólido 1003. A seção sinterizada fornece o eletrodo mais estável sob condições benignas, embora a prata exposta (mostrada com uma camada de cloreto de

prata em 1004) seja melhor para resistir às condições desafiantes, por exemplo na água suja, onde elementos porosos são mais prováveis de se tornarem bloqueados.

[0042] Será apreciado que a camada de cloreto de prata sobre o metal é muito espessa, ela adiciona uma excessiva série de impedância ao circuito elétrico total. Se ela for muito delgada, a concentração é insuficiente para manter as reações eletroquímicas requeridas. A quantia ótima de cloreto pode ser determinada por monitoração da impedância elétrica do eletrodo em um eletrólito, tanto durante a fabricação do eletrodo quanto durante operação subsequente. O tratamento catódico ou anódico deve ser aplicado até a impedância estar no seu ponto mais baixo realizável.

[0043] Na prática, o componente medido da impedância pode ser capacitância, resistência ou uma combinação das duas. Ele pode ser medido entre o terminal do eletrodo e o terminal de um segundo eletrodo imerso no mesmo eletrólito e que pode ser um outro eletrodo medidor de fluxo. Alternativamente, dois eletrodos podem ser mantidos no mesmo dispositivo de potencial elétrico durante o tratamento de tal forma que uma pequena diferença de potencial alternado pode ser aplicado a fim de medir a impedância de sinal pequeno entre eles (por exemplo por conexão dos terminais de eletrodo juntos com um indutor).

[0044] É também importante balancear os eletrodos para assegurar o potencial de afastamento elétrico mínimo entre os dois. Cada eletrodo atua como uma meia-célula eletroquímica separada, com uma diferença de potencial correspondente com relação ao líquido. Se os eletrodos não são idênticos, a diferença entre os dois potenciais de meia-célula estará presente entre os terminais de eletrodo, e isso pode causar problemas com a circuitação de amplificação subsequente (por exemplo saturação).

[0045] Para esse fim, os eletrodos podem ser tratados até eles alcançarem um potencial de meia-célula eletroquímica comum. Isso pode envolver uma ou mais exposições de anodização, catodização a um agente químico ou luz, como descrito em outro lugar nesse documento, o potencial de meia-célula do eletrodo sendo medido contra uma meia-célula padrão fixada, ou contra um segundo eletrodo que não está sendo tratado ao mesmo tempo. Alternativamente, o tratamento pode envolver conectar os terminais de dois ou mais eletrodos similares juntos por um período de tempo, enquanto os eletrodos são imersos em um eletrólito condutivo comum. Tal condicionamento do eletrodo pode ser aplicado durante a vida útil da operação do instrumento terminado, pelos eletrônicos principais, bem como durante a fabricação inicial.

[0046] As características de ruído e elétricas do eletrodo podem ser aperfeiçoadas pelo aumento de sua área de superfície ativa e desse modo reduzindo sua impedância de interface. Isso pode ser alcançado por técnicas de aspereza eletroquímicas. Além do mais, por inversão do fluxo de corrente no tratamento de anodização descrito acima, AgCl pode ser convertido de volta a Ag metálica, o redesenvolvimento de metal sendo como dendrites de forma de Ag metálica entre o AgCl, crescendo fora da superfície metálica. Isso também tem o efeito de aumentar a área de superfície ativa do eletrodo de prata e é aplicável a ambas as construções, monolítica e sinterizada, onde pode ser usado para desenvolver dendrites de prata metálica no meio de grânulos.

[0047] A etapa de aumentar a área de superfície pode ser alternada com a etapa de formação de cloreto de prata como descrito acima. Pode também ser realizada usando outro dispositivo de redução conhecido, por exemplo aquecimento em gás de hidrogênio ou exposição à luz.

[0048] Deve ser entendido que a invenção foi descrita a somente título de exemplos e que uma ampla variedade de modificações pode ser feita sem se afastar do escopo da invenção. Em particular, a invenção não é restrita à prata ou seu composto iônico ou sal, cloreto de prata. Ouro e platina podem também produzir bons resultados. Similarmente, a invenção é também aplicável a outros fluidos diferentes de água.

REIVINDICAÇÕES

1. Transdutor magnético (109) para medir o fluxo de um fluido, o transdutor tendo eletrodos (102) e um campo magnético alternado (107), em que um eletrodo tem energia de ruído mais baixa em frequências abaixo de 5Hz, do que um eletrodo compreendendo carbono ou liga de metal resistente à corrosão e **caracterizado** pelo fato de que o eletrodo compreende um metal (401) e uma camada (402) de um sal de tal metal disposta de modo que ela seja interposta entre o metal e o fluido (403), a camada sendo eletroquimicamente depositada ou sinterizada.

2. Transdutor magnético (109) para medir o fluxo de um fluido, o transdutor tendo eletrodos (102) e um campo magnético alternado (107), em que um eletrodo tem energia de ruído mais baixa, em frequências abaixo de 5z, do que um eletrodo compreendendo carbono ou liga de metal resistente à corrosão e **caracterizado** pelo fato de que o eletrodo compreende um metal (401) e uma camada (402) de um sal de tal metal, disposta de tal modo que ela seja interposta entre o metal e o fluido, a camada sendo parcialmente reduzida de volta a metal.

3. Transdutor magnético de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a camada (402) de sal é parcialmente solúvel no dito fluido (403) cujo fluxo é para ser medido.

4. Transdutor magnético de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o metal (401) é prata.

5. Transdutor magnético de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a camada (402) de sal compreende sal de halogeneto de prata.

6. Transdutor magnético de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dito sal de halogeneto de prata é cloreto de prata ou fluoreto de prata.

7. Transdutor magnético de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 6, caracterizado pelo fato de que a dita camada (402) é eletroquimicamente depositada.

8. Transdutor magnético de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 6, caracterizado pelo fato de que a dita camada (402) é sinterizada.

9. Transdutor magnético de acordo com uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a espessura da camada (402) é tal que a impedância do eletrodo está em um mínimo.

10. Transdutor magnético de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9 quando dependentes da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície do eletrodo é tornada áspera a fim de aumentar sua área ativa.

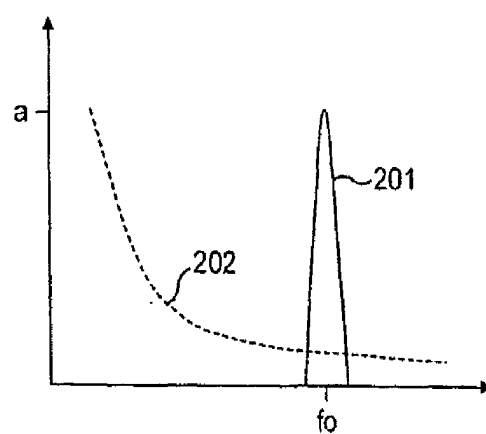
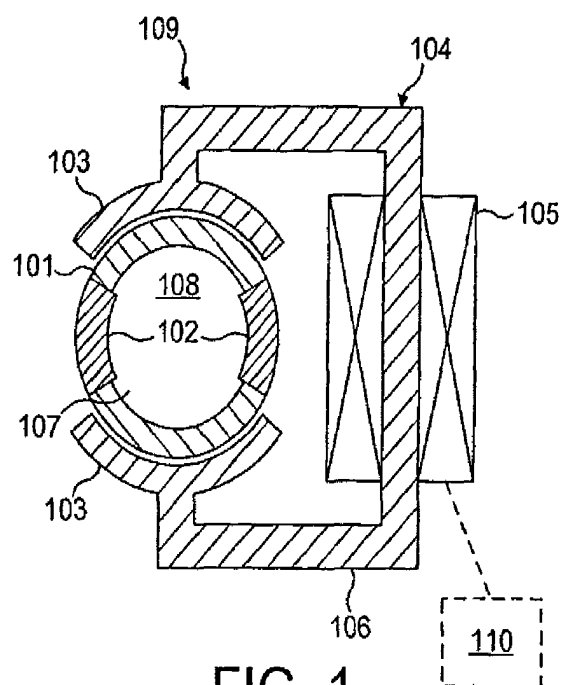
11. Transdutor magnético de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a camada (402) é parcialmente reduzida de volta a metal.

12. Transdutor magnético de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que um par de eletrodos (102) do transdutor magnético é balanceado a fim de minimizar o potencial afastamento entre os dois.

13. Transdutor magnético de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que compreende meios (103, 104, 105) para gerar o campo magnético alternado (107), o dito meio exibindo remanência magnética.

14. Medidor de fluxo caracterizado pelo fato de que incorpora um transdutor magnético como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13.

15. Medidor de fluxo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o medidor é energizado por bateria (110).



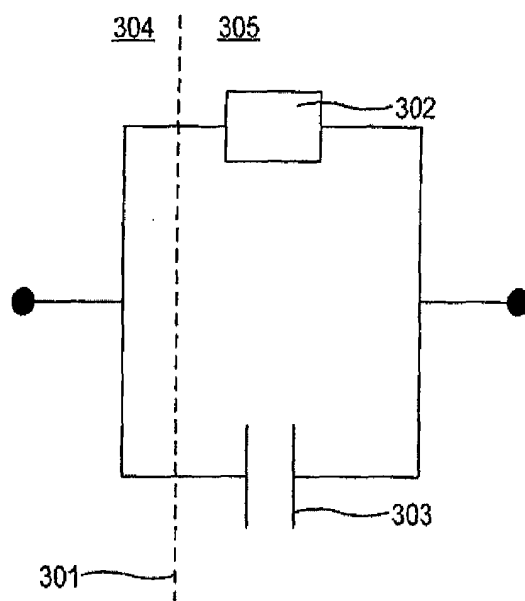


FIG. 3

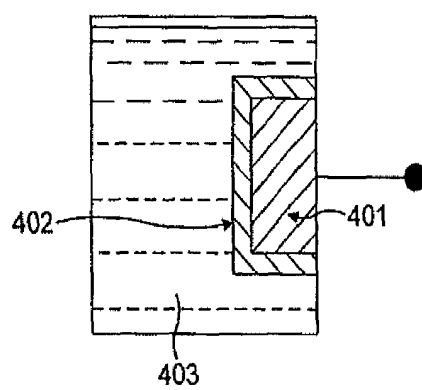


FIG. 4

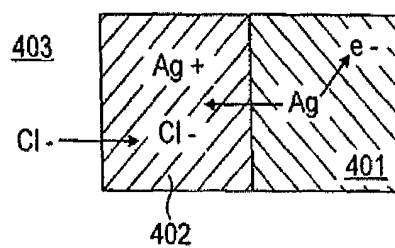


FIG. 5

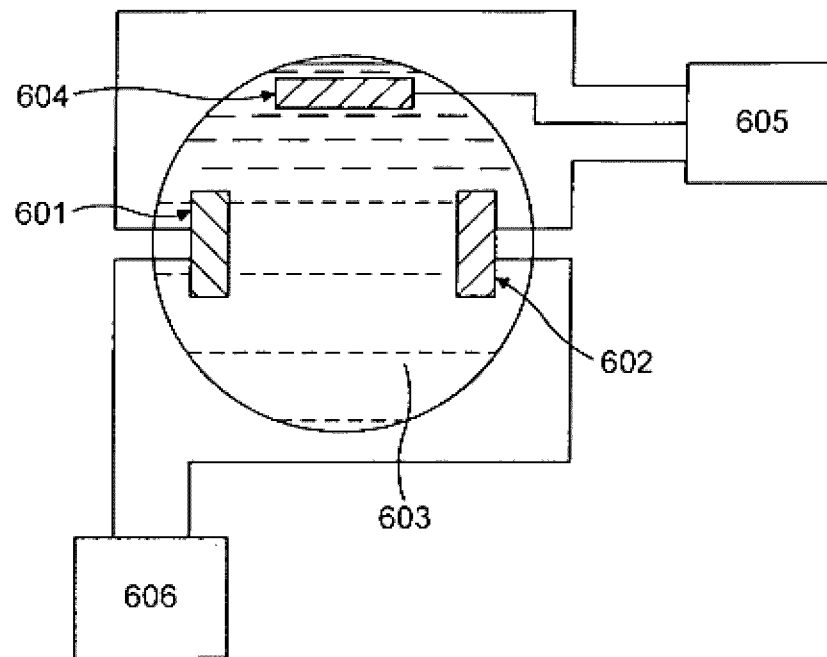


FIG. 6

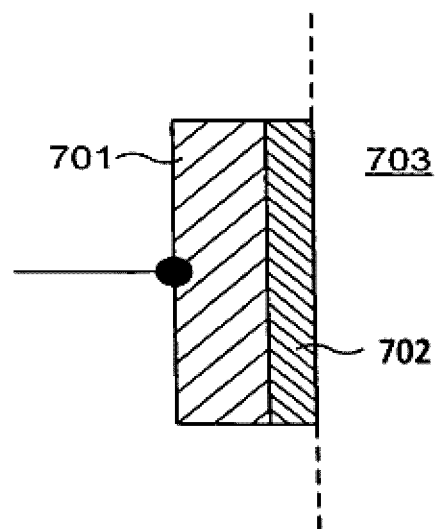


FIG. 7

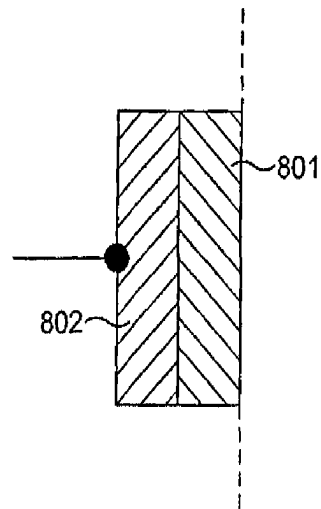


FIG. 8

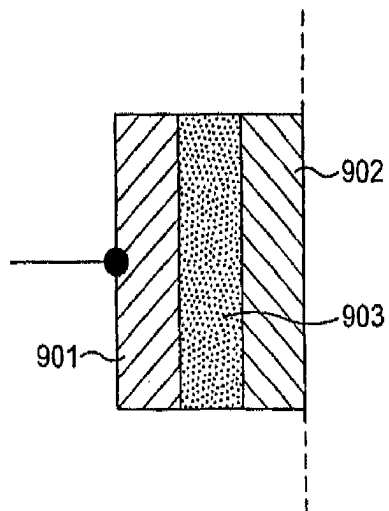


FIG. 9

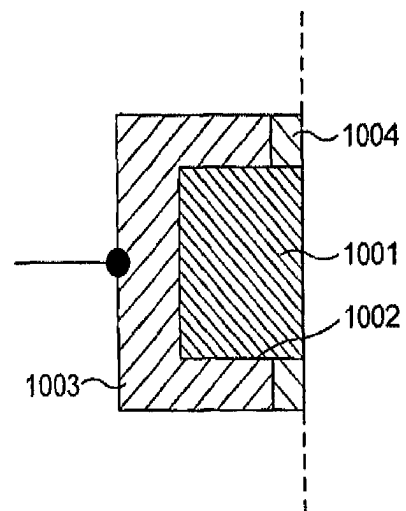


FIG. 10

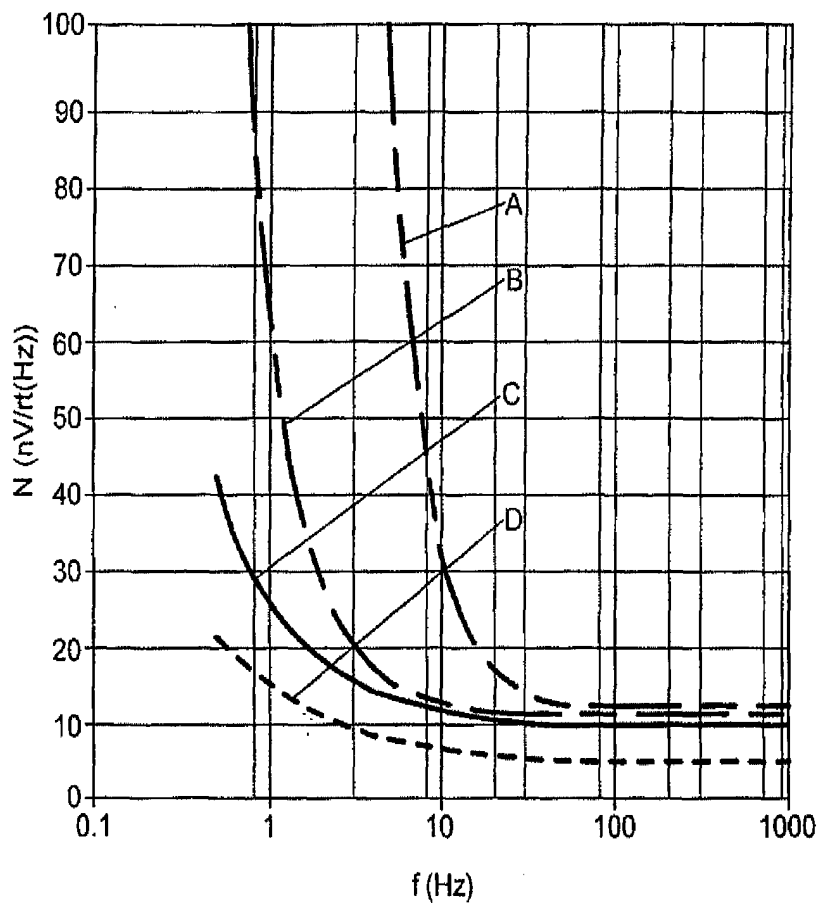


FIG. 11