



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

**(11) PI 0703895-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 26/10/2007**

**(45) Data de Concessão: 02/01/2018**

**(54) Título: SENSOR DE PROPRIEDADE DE LÍQUIDO**

**(51) Int.Cl.: G01N 27/22; G01N 27/04**

**(30) Prioridade Unionista: 27/10/2006 JP 2006-293031**

**(73) Titular(es): DENSO CORPORATION**

**(72) Inventor(es): TAKAHIKO YOSHIDA; MINORU MURATA**

## “SENSOR DE PROPRIEDADE DE LÍQUIDO”

A presente invenção refere-se a um sensor de propriedade de líquido.

Devido ao custo crescente de combustível fóssil, ou à proteção ambiental, combustível misturado a álcool começa a ser usado largamente, O combustível misturado a álcool é produzindo pela mistura de álcool ao combustível automotor, como gasolina. Quando o combustível misturada a álcool é usado, condição ótima de combustão caria de acordo a proporção de mistura entre álcool e gasolina. Por conseguinte, de modo a aumentar a eficiência de combustão, a proporção de mistura entre álcool e gasolina precisa se detectada antecipadamente.

A patente US 5.367.264 (correspondente à JP-A-5.507.561) revela um detector para detectar teor de álcool contido na mistura ar-combustível pela medição de uma capacidade e uma condutância de um capacitor. O detector inclui um estojo e um elemento de sensor. O estojo do detector tem uma passagem através da qual a mistura ar-combustível passa, e o elemento de sensor do detector é exposto à mistura ar-combustível passando através da passagem. O elemento de sensor é arranjado para ser termal e eletricamente isolado do estojo. O capacitor inclui um primeiro eletrodo feito de uma parte de uma parede do estojo, e um segundo eletrodo feito do elemento de sensor exposto ao fluxo da mistura ar-combustível.

Um tamanho do detector acima descrito se torna, tipicamente, maior, de modo que um arranjo do detector pode se tornar difícil. Além disso, a passagem do estojo é dobrada complexamente, e o elemento de sensor é inserido na passagem com um espaçamento predeterminado entre uma parede interna e o elemento de sensor. Por conseguinte, o bloqueio de um objeto estranho pode ser facilmente gerado.

À vista do exposto e outros problemas, é um objetivo da presente invenção prover um sensor de propriedade de líquido.

De acordo um exemplo da presente invenção, um sensor de propriedade de líquido para detectar a propriedade de líquido inclui uma placa semicondutora, um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo, e uma película de proteção. A placa semicondutora inclui uma película de isolamento disposta sobre uma face da placa semicondutora, e um circuito de processamento de sinal tendo um circuito de conversão de capacitância-voltagem. Os primeiro e segundo eletrodos são dispostos sobre a face da placa semicondutora ficando espaçados um do outro por uma distância predeterminada. A película de proteção é disposta sobre a placa semicondutora cobrindo a face da placa semicondutora, sobre a qual os primeiro e segundo eletrodos são dispostos. A película de proteção tem uma resistência relativa ao líquido, e é exposta ao líquido. Os primeiro e segundo eletrodos detectam uma capacitância entre eles como a propriedade do líquido de acordo uma permissividade relativa do líquido. O circuito de conversão de capacitância-voltagem converte a capacitância entre os primeiro e segundo eletrodos em um valor de voltagem.

Conseqüentemente, um tamanho do sensor de propriedade de líquido pode ser reduzido, e o sensor de propriedade de líquido pode detectar de modo estável uma propriedade de líquido.

O acima e outros objetivos, características e vantagens da presente invenção se tornarão mais aparentes a partir da descrição detalhada a seguir feita com referência aos desenhos anexos. Nos desenhos:

A Fig. 1 é uma vista esquemática em seção transversal mostrando um sensor de propriedade de líquido de acordo um primeiro modo de realização da presente invenção;

A Fig. 2 é uma vista esquemática ampliada, em seção transversal, mostrando uma parte de medição do sensor de propriedade de líquido;

A Fig. 3 é um gráfico mostrando uma reação entre uma

proporção de álcool e uma saída do sensor de propriedade de líquido;

As Figs. 4A e 4B são diagramas esquemáticos para explicar um arranjo do sensor de propriedade de líquido em uma tubulação de combustível;

As Figs. 5A e 5B são diagramas esquemáticos para explicar outro arranjo do sensor de propriedade de líquido na tubulação de combustível;

A Fig. 6 é uma vista em seção transversal ampliada esquemática mostrando partes de medição de um sensor de propriedade de líquido de acordo com um segundo modo de realização da presente invenção; e

A Fig. 7 é um gráfico mostrando uma relação entre uma proporção de álcool e uma saída do sensor de propriedade de líquido do segundo modo de realização.

(Primeiro modo de realização)

Um sensor de propriedade de líquido 10, mostrado na Fig. 1, é usado para detectar proporção de mistura entre gasolina e álcool pela medição de permissividade relativa de gasolina misturada a álcool. Uma placa semicondutora 1 do sensor de propriedade de líquido 10 é feita de silício, por exemplo. A placa semicondutora 1 tem uma parte de medição 5 e uma parte de elemento de circuito 6 sobre a mesma. A parte de medição 5 mede uma capacidade, que corresponde à permissividade reativa da gasolina misturada a álcool. A parte de elemento de circuito 6 tem uma variedade de elementos de circuito para efetuar processamento de sinal em reação a uma saída da parte de medição 5.

Conforme mostrado na Fig. 2, uma película de isolamento 2 feita de película de óxido de silício é arranjada sobre uma face da placa semicondutora 1. Um primeiro eletrodo 4a e um segundo eletrodo 4b em par com o primeiro eletrodo 4a são arranjados sobre a película de isolamento 2 confrontantes entre si e espaçados um do outro por uma distância

predeterminada. Cada um dos eletrodos 4a, 4b tem um eletrodo comum e vários eletrodos em dentes de pente se estendendo do eletrodo comum em uma única direção predeterminada. Os eletrodos 4a, 4b são arranjados de modo que os eletrodos em dentes de pente dos eletrodos 4a, 4b são arranjados alternadamente. Devido ao eletrodo 4a, 4b tem a forma de dentes de pente, uma área de arranjo do eletrodo 4a, 4b pode ser reduzida, e uma área oposta entre os eletrodos 4a, 4b pode ser aumentada. Entretanto, o eletrodo 4a, 4b pode ter qualquer forma sem se afastar do escopo da presente invenção. 70

O eletrodo 4a, 4b é produzido pela aplicação de um material metálico, por exemplo, alumínio, cobre, cromo, ouro ou platina, sobre a placa semicondutora 1 com pulverização, e padronização do material metálico aplicado para a forma de dentes de pente com fotolitografia, por exemplo. Alternativamente, o eletrodo 4a, 4b pode ser feito de um material metálico não-condutivo, por exemplo, poli-silício.

Uma película de nitreto de silício é formada para cobrir os eletrodos 4a, 4b e a placa semicondutora 1 como uma película de proteção 3. A película de proteção 3 é depositada sobre a placa semicondutora 1 tendo uma espessura aproximadamente uniforme, por exemplo, 10 $\mu$ m, com uma deposição e vapor químico de plasma (CVD) ou pulverização. Alternativamente, uma película de óxido de silício pode ser usada como a película de proteção 3. A película de nitreto de silício ou a película de óxido de silício tem melhor resistência em reação a líquido, por exemplo, gasolina, álcool ou óleo para ser detectada pelo sensor de propriedade de líquido 10. Além disso, a película de nitreto de silício ou a película de óxido de silício pode ser facilmente produzida por uma tecnologia normal de fabricação de semicondutor.

O sensor de propriedade de líquido 10 é arranjado de modo que a película de proteção 3 seja exposta à gasolina misturada a álcool, e a permissividade relativa da gasolina misturada a álcool é detectada pelo sensor

de propriedade de líquido 10. Desse modo, um capacitor é formado entre os eletrodos 4a, 4b, e o capacitor tem um dielétrico construído com a película de proteção 3 e a gasolina misturada a álcool adjacente a uma superfície da película de proteção 3. Por conseguinte, uma capacitância do capacitor formada entre os eletrodos 4a, 4b pode ser medida, e a capacitância corresponde à permissividade relativa da gasolina misturada a álcool adjacente à superfície da película de proteção 3, em adição à permissividade relativa da película de proteção 3.

Aqui, a permissividade relativa da gasolina misturada a álcool é mudada de acordo com a proporção de mistura entre a gasolina e o álcool. A permissividade relativa da gasolina fica em uma faixa de três a quatro, e a permissividade relativa do álcool fica em uma faixa de vinte a trinta. Portanto, a proporção de mistura entre a gasolina e o álcool pode ser detectada pela medição da capacitância entre os eletrodos 4a, 4b. Por exemplo, conforme mostrado na Fig. 3, uma relação entre uma proporção de álcool (a proporção de mistura entre a gasolina e o álcool) e a saída (a capacitância entre os eletrodos 4a, 4b) do sensor de propriedade de líquido 10 foi medida antecipadamente a ser armazenada, de modo que uma proporção de mistura a ser detectada possa ser provida de uma capacitância medida.

Entretanto, a permissividade relativa da gasolina e do álcool varia de acordo a temperatura. Por conseguinte, a temperatura da mistura de gasolina e álcool deve ser detectada, e a relação acima usada para calcular a proporção de mistura deve ser corrigida com base na temperatura detectada. Alternativamente, a relação entre a proporção de álcool e a capacitância pode ser medida em cada temperatura antecipadamente, e uma relação apropriada deve ser selecionada com base na temperatura detectada.

Em adição, quando uma diferença da permissividade relativa entre a película de proteção 3 e a gasolina misturada a álcool é aumentada, torna-se difícil para um campo elétrico se expandir da película de proteção 3

em direção à gasolina misturada a álcool. Quando o campo elétrico tem a expansão restringida da película de proteção 3 para a gasolina misturada a álcool, variação da capacidade entre os eletrodos 4a, 4b causada pela permissividade relativa da gasolina misturada a álcool se torna menor. Neste caso, a sensibilidade de detecção pode ser reduzida. Por conseguinte, de modo a reduzir a diferença da permissividade relativa entre a permissividade relativa 3 e a gasolina misturada a álcool, a permissividade relativa da película de proteção 3 pode ficar em uma faixa de variação da permissividade relativa da gasolina misturada a álcool.

Neste modo de realização, a película de nitreto de silício da película de óxido de silício é usada como a película de proteção 3. A película de nitreto de silício tem a permissividade relativa de cerca de sete, e a película de óxido de silício tem a permissividade relativa de cerca de quatro. Ou seja, a permissividade relativa da película de nitreto de silício ou a película de óxido de silício fica na faixa de variação da permissividade relativa da gasolina misturada a álcool. Por conseguinte, a permissividade relativa da gasolina misturada a álcool pode ser precisamente detectada.

Além disso, quando a espessura da película de proteção 3 é aumentada, torna-se difícil para o campo elétrico entre os eletrodos 4a, 4b atingir a gasolina misturada a álcool adjacente à superfície da película de proteção 3. Neste caso, a sensibilidade de detecção pode ser reduzida. Por conseguinte, a espessura da película de proteção 3 pode ser feita igual ou menor do que  $10\mu\text{m}$ .

A parte de elemento de circuito 6 mostrada na Fig. 1 é construída com elementos, por exemplo, transistores e capacitores CMOS, e estes elementos constroem um circuito de conversão de capacidade-voltagem (C-V), um circuito de contenção de amostra ou um circuito de amplificação. O circuito de conversão de capacidade-voltagem C-V converte a capacidade entre os eletrodos 4a, 4b medida pela parte de medição 5 em

um valor de voltagem. O circuito de retenção de amostra vai amostrar e manter a voltagem convertida por um período predeterminado. O circuito de amplificação amplifica a saída de voltagem do circuito de retenção de amostra.

5 Desse modo, este sensor tipo semicondutor é usado como o sensor de propriedade de líquido 10. Além disso, um circuito de processamento de sinal para processar a saída da parte de medição 5 é integralmente construído com o sensor de propriedade de líquido 10. Por conseguinte, o tamanho do sensor de propriedade de líquido 10 pode ser bem  
10 reduzido.

O sensor de propriedade de líquido 10 é arranjado em uma tubulação de combustível disposta entre uma bomba de combustível e um injetor de um veículo, por exemplo. Devido ao tamanho do sensor de propriedade de líquido 10 se facilmente reduzido, o sensor de propriedade de  
15 líquido 10 pode ser livremente arranjado na tubulação de combustível.

Aqui, quando o sensor de propriedade de líquido 10 é disposto na tubulação de combustível, o sensor de propriedade de líquido 10 é arranjado de modo que o combustível possa fluir uniformemente da bomba de combustível para o injetor. Conforme mostrado nas Figs. 4A e 4B, uma parte do sensor de propriedade de líquido 10 é inserida em uma tubulação de combustível P. Desse modo, uma superfície de placa tendo a parte de medição 5 da placa semicondutora 10 é aproximadamente paralela a um fluxo de combustível F, e a parte de medição 5 se projeta para a tubulação de combustível P.

25 Alternativamente, conforme mostrado nas Figs. 5A e 5B, o sensor de propriedade de líquido 10 é montado na tubulação de combustível de modo que uma parte da superfície interna da tubulação de combustível P corresponda à superfície de placa tendo a parte de medição 5 da placa semicondutora 10. Desse modo, a gasolina misturada a álcool fluindo na

tubulação de combustível P flui ao longo da superfície de placa do sensor de propriedade de líquido 10, de modo que a gasolina misturada a álcool pode fluir uniformemente, quando o sensor de propriedade de líquido 10 for disposto na tubulação de combustível P.

5 De acordo o primeiro modo de realização, o sensor de propriedade de líquido 10 tem uma construção simples, feita pelo acamamento da placa semicondutora 1, os eletrodos 4a, 4b e a película de proteção 3. Por conseguinte, o tamanho do sensor de propriedade de líquido 10 pode ser facilmente reduzido. Além disso, a película de proteção 3 tem resistência relativa a líquido a ser detectada, e uma superfície da película de proteção 3 fica exposta aproximadamente, líquido. Desse modo, qualquer passagem para o líquido não é provida no sensor de propriedade de líquido 10. Desse modo, obstrução não é gerada no sensor de propriedade de líquido 10.

74

10 15 Como acima descrito, quando a diferença da permissividade relativa entre a película de proteção 3 e a gasolina misturada a álcool é aumentada, a variação da capacidade entre os eletrodos 4a, 4b causada pela permissividade relativa da gasolina misturada a álcool se torna menor. Ou seja, em um caso no qual a permissividade relativa da gasolina misturada a álcool seja inteiramente mudada sobre sua faixa de variação, se a permissividade relativa da película de proteção 3 tiver um valor uniforme (se a película de proteção 3 do sensor de propriedade de líquido 10 for feita de uma única película), a sensibilidade de detecção pode ser reduzida.

—20 Entretanto, em um segundo modo de realização, um sensor de propriedade de líquido 10 inclui uma pluralidade de películas de proteção 3 tendo diferentes permissividades relativas, e os primeiro e segundo eletrodos 4a, 4b são, correspondentemente, providos a cada uma das películas de proteção 3.

Quando a permissividade relativa da gasolina misturada a

álcool é inteiramente mudada sobre sua faixa de variação, uma diferença da permissividade relativa entre a película de proteção 3 e a gasolina misturada a álcool é calculada, e as diferenças calculadas são comparadas entre a pluralidade de películas de proteção 3. Depois, uma película de proteção 5 tendo a menor diferença é selecionada como a película de proteção 3, e os eletrodos 4a, 4b correspondentes à película de proteção provê a capacidade como uma propriedade de líquido. Desse modo, a sensibilidade para detectar a variação da permissividade relativa da gasolina misturada a álcool pode ser melhorada.

10 Conforme mostrado na Fig. 6, por exemplo, o sensor de propriedade de líquido 10 do segundo modo de realização inclui uma primeira película de proteção 3a e uma segunda película de proteção 3b, e as permissividades relativas das películas de proteção 3a, 3b são diferentes entre si. A película de proteção 3a é feita de película de nitreto de silício ou película 15 de óxido de silício, similarmente ao primeiro modo de realização.

Neste caso, por exemplo, a primeira película de proteção 3a tem a permissividade relativa igual ou menor do que cinco, que é, aproximadamente, igual à permissividade relativa da gasolina. Em contraste, a segunda película de proteção 3b tem a permissividade relativa igual ou maior 20 do que vinte, que é, aproximadamente, igual à permissividade relativa do álcool.

Um primeiro par de eletrodos 4a1, 4b1 é arranjado correspondente à primeira película de proteção 3a, e um segundo par de eletrodos 4a2, 4b2 é arranjado correspondente à segunda película de 25 proteção 3b; Desse modo, uma primeira parte de medição 51 é construída com a primeira película de proteção 3a o primeiro par de eletrodos 4a1, 4b1, e uma segunda parte de medição 52 é construída com a segunda película de proteção 3b e o segundo par de eletrodos 4a2, 4b2. A primeira parte de medição 51 e a segunda parte de medição 52 são arranjadas sobre a placa

semicondutora 1 através da película de isolamento 2.

Aqui, a permissividade relativa da película de proteção 3a, 3b é aumentada quando fósforo ou boro é adicionado pelo uso de um método de implantação de íon. Além disso, a permissividade relativa da película de proteção 3a, 3b é diminuída quando uma composição da película de proteção 3a, 3b é feita para ficar esparsa pelo ajuste de temperatura ou grau de vácuo, em um caso no qual a película de proteção 3a, 3b é produzida por um método de deposição de vapor químico (CVD) ou pulverização. Desse modo, a película de proteção 3a, 3b é produzida tendo uma permissividade relativa predeterminada.

De acordo um segundo modo de realização, se uma proporção do álcool para a gasolina misturada a álcool for mudada de 0% para 100%, a capacidade correspondente à permissividade relativa da gasolina misturada a álcool pode ser precisamente detectada. Ou seja, a proporção de mistura entre o álcool e a gasolina pode ser precisamente detectada em ambos os casos quando o álcool for uma parte principal da gasolina misturada a álcool e quando a gasolina por uma parte principal da gasolina misturada a álcool.

Conforme mostrado na Fig. 7, quando a proporção do álcool for pequena (ou seja, quando a proporção da gasolina for grande), a permissividade relativa da gasolina misturada a álcool é relativamente pequena. Por conseguinte, a proporção de mistura entre o álcool e a gasolina é detectada pelo uso da saída da primeira parte de medição 51, devido à primeira parte de medição 51 ter uma melhor sensibilidade de detecção nesta faixa. Em contraste, quando a proporção de álcool for grande (ou seja, quando a proporção da gasolina for pequena), a permissividade relativa da gasolina misturada a álcool é relativamente grande. Por conseguinte, a proporção de mistura entre o álcool e a gasolina é detectada pelo uso de saída da segunda parte de medição 52, devido à segunda parte de medição 52 ter uma melhor sensibilidade de detecção nesta faixa.

Além disso, quando as permissividades relativas das películas de proteção 3a, 3b estiverem na faixa de variação da gasolina misturada a álcool, a precisão de detecção pode ser melhor, devido à diferença da permissividade relativa entre a película de proteção 3a, 3b e a gasolina misturada a álcool ser pequena, como descrito no primeiro modo de realização.

As primeira e segunda películas de proteção 3a, 3b tendo diferentes permissividades relativas são arranjadas no sensor de propriedade de líquido 10 na Fig. 6. Entretanto, três ou mais películas de proteção podem ser arranjadas no sensor de propriedade de líquido 10.

Nos modos de realização acima, o sensor de propriedade de líquido 10 é usado para detectar a proporção de mistura da gasolina misturada a álcool. Entretanto, o sensor de propriedade de líquido 10 pode ser usado para detectar outras propriedades de líquido.

Por exemplo, quando um óleo leve misturado a álcool é usado como combustível de motor a diesel, uma proporção de mistura entre álcool e óleo leve pode ser similarmente detectada. Além disso, um nível de degradação devido à oxidação e devido à permissividade relativa do óleo de motor é mudada de acordo com o nível de degradação (oxidação).

Essas mudanças e modificações devem ser entendidas como estando no escopo da presente invenção, como definido pelas reivindicações anexas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sensor de propriedade de líquido (10) para detectar propriedade de líquido, o sensor de propriedade de líquido caracterizado pelo fato de que compreende:

5 uma placa semicondutora (1) incluindo:

uma película de isolamento (2) disposta sobre uma face da placa semicondutora, e

um circuito de processamento de sinal (6) tendo um circuito de conversão de capacidade-voltagem;

10 um primeiro eletrodo (4a) e um segundo eletrodo (4b), que são dispostos sobre a face da placa semicondutora, sobre a qual os primeiro e segundo eletrodos são dispostos, a película de proteção tendo resistência relativa ao líquido, e a película de proteção sendo exposta ao líquido, onde

15 os primeiro e segundo eletrodos (4a, 4b) detectam uma capacidade entre eles como a propriedade do líquido de acordo uma permissividade relativa do líquido, e

o circuito de conversão de capacidade-voltagem (6) converte a capacidade entre os primeiro e segundo eletrodos em um valor de voltagem.

—20 2. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a película de proteção (3) ter uma permissividade relativa, que fica em uma faixa de variação da permissividade relativa do líquido.

25 3. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a película de proteção (3) é construída com uma pluralidade de películas (3a, 3b) tendo diferentes permissividades relativas na faixa de variação da permissividade relativa do líquido, e

o primeiro e segundo eletrodo (4a, 4b) serem,

correspondentemente, providos a cada uma da pluralidade de películas.

4. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o líquido é uma mistura líquida construída com um primeiro

5 líquido e um segundo líquido,

o líquido tem a permissividade relativa, que muda de acordo 79  
uma proporção de mistura entre o primeiro líquido e o segundo líquido;

10 a película de proteção (3) inclui uma primeira película (3a) tendo uma permissividade relativa aproximadamente igual a uma permissividade relativa do primeiro líquido, e uma segunda película (3b) tendo uma permissividade relativa aproximadamente igual a uma permissividade relativa do segundo líquido, e

os primeiro e segundo eletrodos (4a, 4b) são correspondentemente providos a cada uma das primeira e segunda películas.

15 5. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que:

a película de proteção (3) é feita de uma dentre uma película de óxido de silício e uma película de nitreto de silício.

20 6. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que:

a película de proteção (3) tem uma espessura igual ou inferior a 10 $\mu$ m.

7. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que:

25 cada um dentre o primeiro eletrodo (4a) e o segundo eletrodo (4b) é construído com um eletrodo comum e uma pluralidade de eletrodos de dente de pente se estendendo do eletrodo comum em uma única direção predeterminada, e

os primeiro e segundo eletrodos (4a, 4b) são arranjados de

modo que o eletrodo em dentes de pente do primeiro eletrodo e o eletrodo em dentes de pente do segundo eletrodo serem alternadamente arranjados.

8. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que:

5 a placa semicondutora (1) é arranjada de modo que o líquido flua ao longo da face da placa semicondutora.

9. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que:

o líquido é combustível automotivo misturado a álcool,

10 o combustível automotivo misturado a álcool tem uma permissividade relativa, que é variada de acordo com uma proporção de mistura entre álcool e combustível automotivo, e

15 a capacidade entre os primeiro e segundo eletrodos (4a, 4b) corresponde a uma proporção de composição do combustível automotivo misturado a álcool.

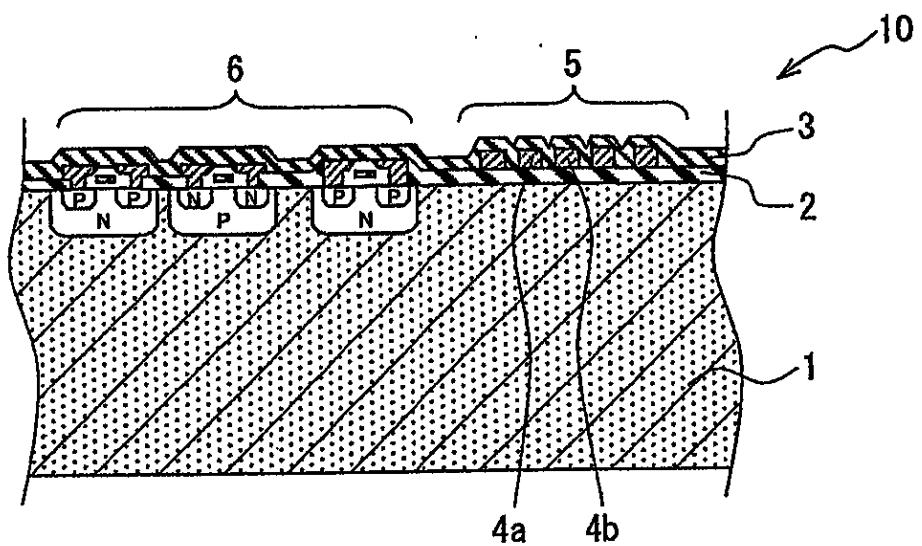
10. Sensor de propriedade de líquido (10) de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de:

o líquido é um óleo motor,

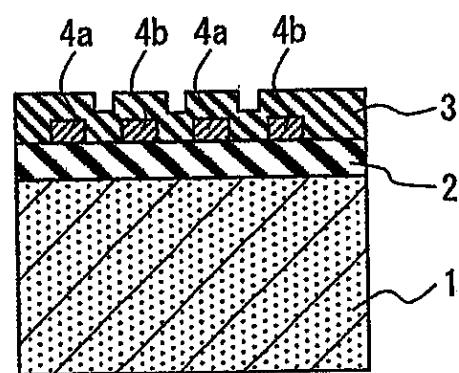
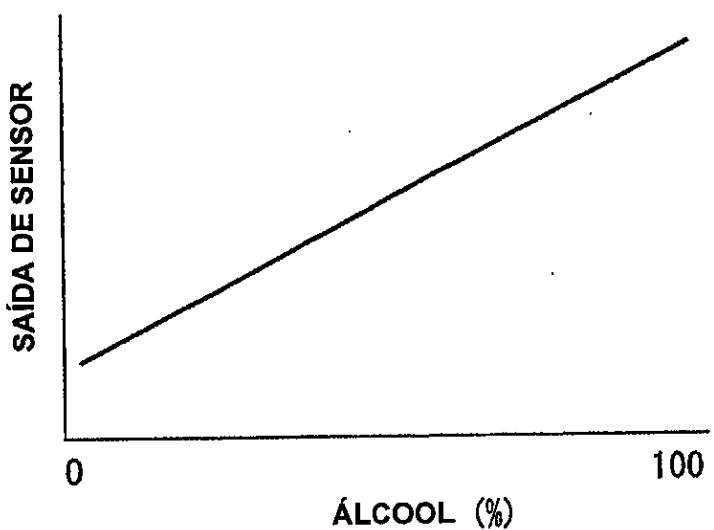
o óleo motor tem uma permissividade relativa, que é mudada

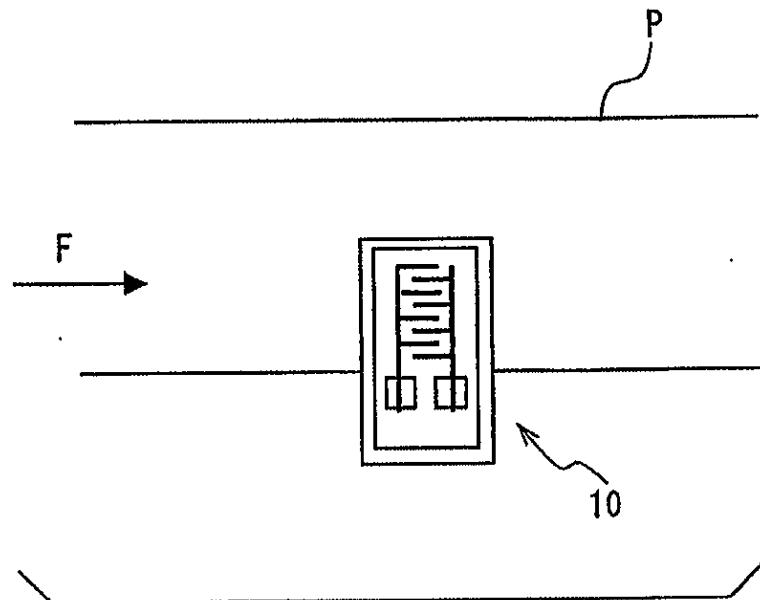
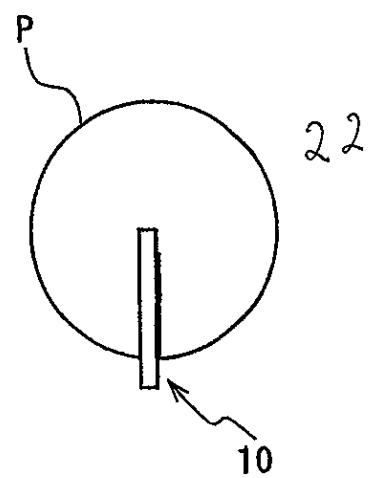
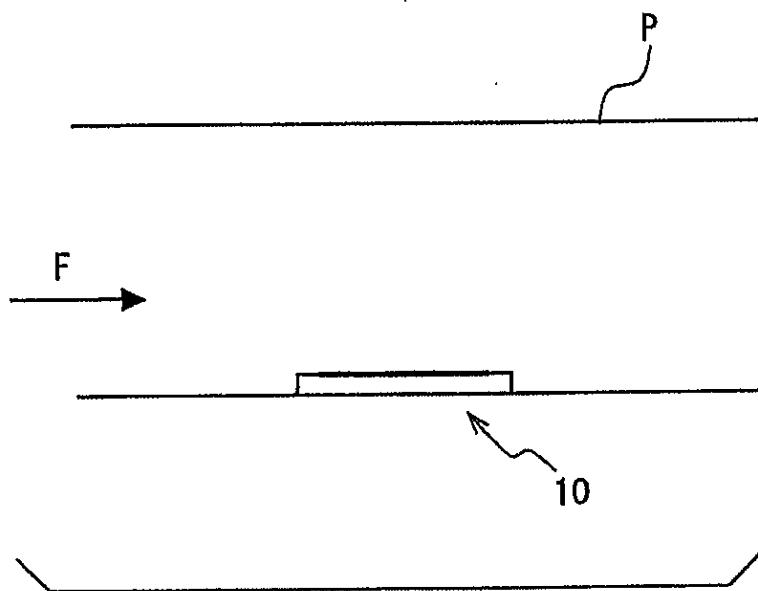
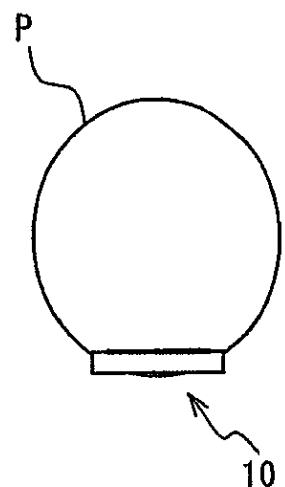
—20 de acordo com um nível de degradação do óleo motor, e

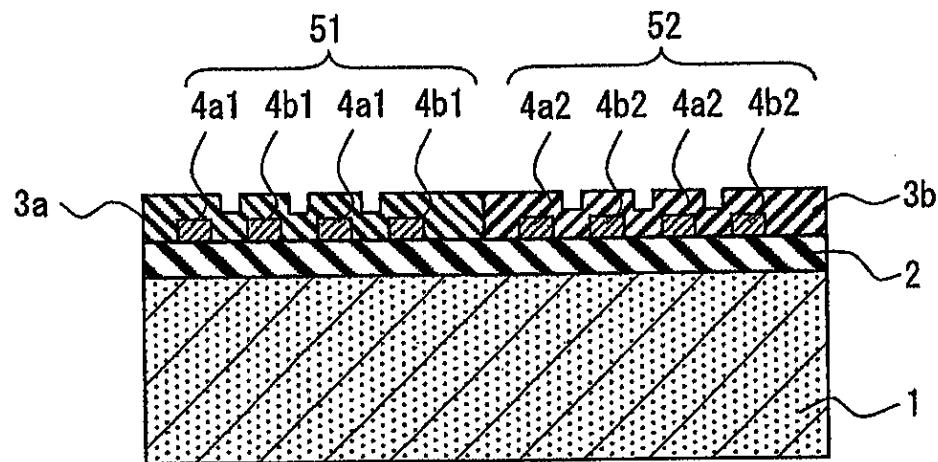
a capacidade entre os primeiro e segundo eletrodos (4a, 4b) corresponde ao nível de degradação do óleo motor.

**FIG. 1**

21

**FIG. 2****FIG. 3**

**FIG. 4A****FIG. 4B****FIG. 5A****FIG. 5B**

**FIG. 6****FIG. 7**