



Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

05-52807

SENSOR DE PH DE FIBRA OPTICA

51. CLASIFICACION INTERNACIONAL

PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

EMILIO FERRERO

C.C. 438,019 de Usaquén.

22. BOGOTA, D.C.,



PETITORIO

ADMINISTRACIÓN Y CANCELACIÓN

Radicación : 20052307 20050003 Folios: 22

Fecha (MM): 2005-05-31 17:25:14 n

Trámite : 002 PATENTES D 1 REGISTRO/ 411 PRESENTAL

Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE

1 ☒ Patente de Invención. ☐ Patente de Modelo de Utilidad.	
2 SOLICITANTE (71)	Nombre: PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS Dirección: República do Chile n° 65, Río de Janeiro, RJ, Brasil Nacionalidad o Domicilio: Río de Janeiro, Brasil Lugar de Constitución: sociedad constituida y existente bajo las leyes de Brasil Teléfono: 347 36 11 Fax: 217 92 11 E-mail: clientes@camyp.com IDENTIFICACIÓN C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual Número _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: EMILIO FERRERO Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35 Teléfono: 347 36 11 Fax: 217 92 11 E-mail: clientes@camyp.com. Domicilio: Bogotá, Colombia. IDENTIFICACIÓN C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual Número 438.019 T.P 31.929
4 INVENTOR (ES) (72)	1. Manoel FELICIANO DA SILVA JUNIOR Rua Maxwell, n° 113 apt. 102, Vila Isabel, Río de Janeiro, RJ Brasil Nacionalidad: Brasileiro 2. Arnaldo RODRIGUES D'ALMEIDA Rua Garibaldi, n° 156 apt. 1104, Tijuca, Río de Janeiro, RJ Brasil Nacionalidad: Brasileiro 3. Fábio PEREIRA RIBEIRO Rua João Bolonini, n° 95 apt. 102, Campo Grande, Río de Janeiro, RJ Brasil Nacionalidad: Brasileiro 4. Luiz Carlos GUEDES VALENTE Rua Pompeu Loureiro, n° 98/Cob. 01, Copacabana, Río de Janeiro, RJ Brasil Nacionalidad: Brasileiro 5. Arthur Martins BARBOSA BRAGA Cupertino Durão, n° 104 apt. 501, Leblon, Río de Janeiro, RJ Brasil Nacionalidad: Brasileiro 6. Adriana Lúcia CERRI TRIQUES Rua Cinco de Julho, n° 116 apt. 801, Copacabana, Río de Janeiro, RJ Brasil Nacionalidad: Brasileiro
5 Título (54) SENSOR DE PH DE FIBRA ÓPTICA	
6 Clasificación Internacional (51) H01J 5/00	

2

7	Prioridad	(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
	SI ☒ NO ☐	BR	31 de Mayo de 2004	PI 0404129-1

8 Para publicar a partir de la fecha de la presente solicitud a los:
6 meses ☐ 12 meses ☐ 18 meses ☒ Otro ☐ Cual _____

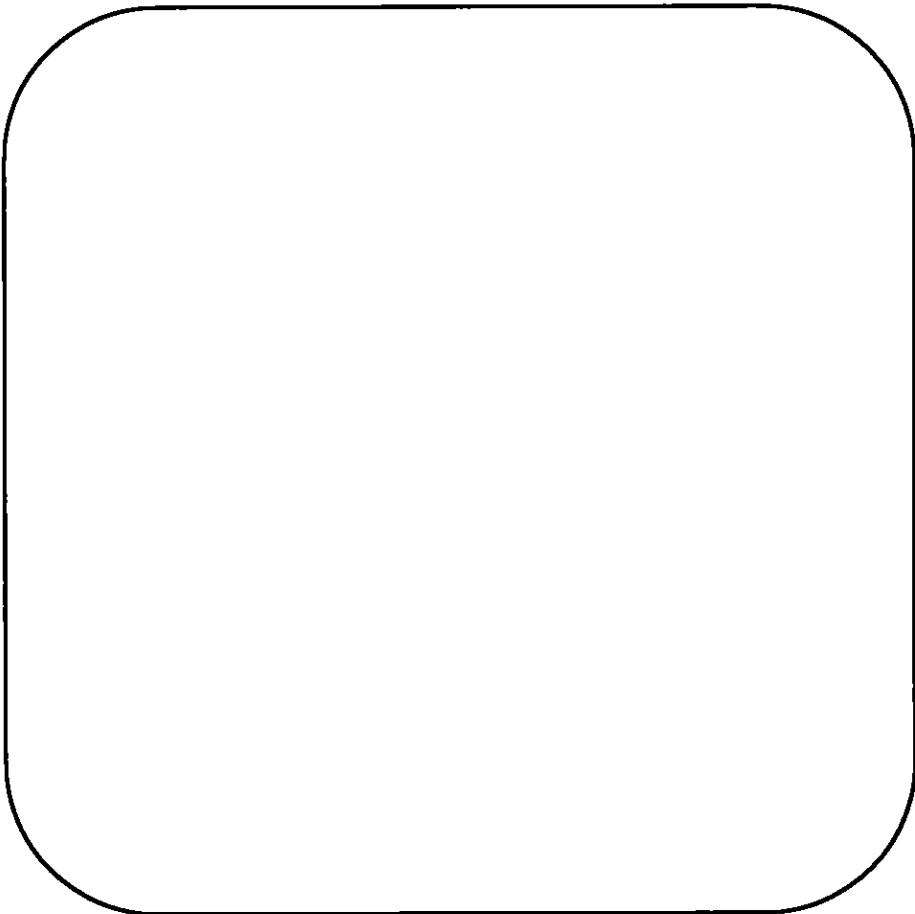
9 Comprobante de pago No.: 05-35,938 y 35.863 Fecha: 16 de mayo de 2005

10 Anexos:

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 443.000.00.
- ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.
- ☒ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- ☒ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Certificado de la fecha de presentación de la solicitud prioridad expedida por la autoridad correspondiente y una copia certificada de la primera solicitud si se reivindica prioridad.
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☒ Resumen
- ☒ Descripción de la invención.
- ☒ Una o más reivindicaciones.
- ☒ Dibujos y/o planos necesarios
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☐ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.

11

FIGURA CARACTERÍSTICA



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: EMILIO FERRERO

FIRMA : Emilio Ferrero

C.C. 438.019 de Usaquén T.P. 31.929

D

DLM

Poder con certificado consular para patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, marcas de fábrica, nombres comerciales, casacas, lemas comerciales, licencias y nombres de dominio de Internet.

Power-of-Attorney with consular certificate for patents, utility models, industrial designs, trademarks, commercial names trade emblems, slogans, licenses and internet domain names.

PODER

POWER-OF-ATTORNEY

Yo (nosotros), abajo firmado (a)I (we), the undersigned

PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - PETROBRAS

domiciliado (a) en/of Av. República do Chile, nº 65

RIO DE JANEIRO, BRASIL

por el presente nombramos a EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, tpa. 23555 y GERMAN CAVELIER, tpa. 832, domiciliados en la Carrera 4ª N° 72-35, Bogotá, Colombia, el primero como principal y los demás como suplentes, en su orden, y confiero (confirmo) poder a los abogados arriba nombrados para obtener la protección de mi (nuestra) propiedad industrial y contra la competencia desleal, a cuyo efecto autorizo (amos) a los dichos apoderados para que me (nos) representen ante cualesquiera entidades o personas, ejerzan o no jurisdicción, especialmente ante las del orden administrativo, contencioso-administrativo y judicial, así como los tribunales de arbitramento, en todo lo concerniente a los siguientes asuntos: a) Obtención de patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales; el registro de marcas de fábrica, colectivas, defensivas, de servicio, lemas comerciales, nombres comerciales, casacas, variedades vegetales y denominaciones de origen; su renovación, traspaso, cambio de nombre o domicilio, cancelación voluntaria; y el registro de licencias de uso de esos derechos; b) Las acciones de competencia desleal, protección del consumidor, oposiciones u observaciones, cancelación administrativa y judicial, nulidad, medidas cautelares, concesión de licencias, la tutela, la protección de secretos industriales, y en general los juicios civiles, penales, administrativos o contencioso-administrativos relacionados con estos derechos; acciones y procesos que promovamos o se nos promuevan; c) registros de nombre de dominio de Internet, su renovación, traspaso, cambio de nombre, cambio de domicilio y demás actos relacionados con su administración. Y para que en todos los asuntos arriba determinados, puedan sustituir este mandato, transigir, conciliar, admitir los hechos del proceso, desistir, cancelar, recibir, renunciar, ser conductos administrativos y de pago y ratificar los actos de agentes oficiales.

do hereby appoint EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, tpa. 23555 and GERMAN CAVELIER, tpa. 832, domiciled at Carrera 4ª N° 72-35, Bogotá, Colombia, the first as principal and the others as alternates, in the order of their appointment, as my (our) attorneys-at-law so that they may obtain the protection of my (our) industrial property and against the unfair competition, for which purpose I (we) authorize the said attorneys to represent me (us) before any authorities or persons, with or without jurisdiction, specially those administrative, administrative contentions and judicial, as well as before Arbitration Court, in all matters concerning the following: a) Obtainment of patents, utility models and industrial designs; the registration of trademarks, collective, defensive and service marks, slogans, commercial names, trade emblems, vegetal varieties and denominations of origin; its renewal, assignment, change of name or domicile, voluntary cancellation; and the registration of licenses of use of the above rights; b) Actions of unfair competition, protection to the consumer, oppositions or observations, administrative Court cancellation, nullity, infringement, granting of licenses, the action for writ mandamus, the protection of trade secrets, and in general the civil, penal, and administrative suits relating to those rights; actions and suits instituted by me (us) or against me (us); c) registration of internet domain names, renewal, assignment change of name or domicile and any other activity related their management. And that in all the above matters they may substitute this Power of Attorney, compromise, conciliate, admit the facts of the case, desist, cancel, receive, resign, act as administrative or judicial agents, and in general, do all that may be done by representatives without

Dado y firmado hoy/Given and signed this

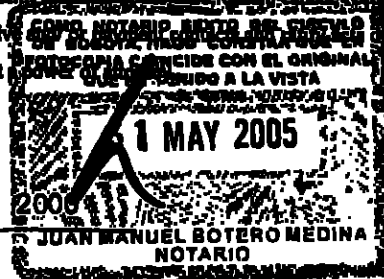
September 06, 2005

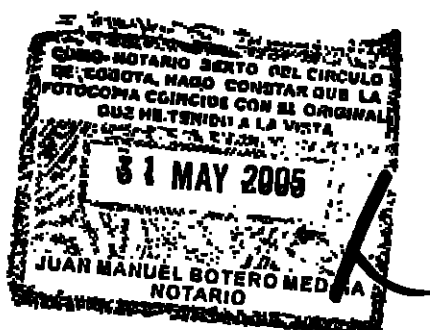
en/in Rio de Janeiro

por/by CARLOS SOLIGO CAMERINI

Firma

Signature





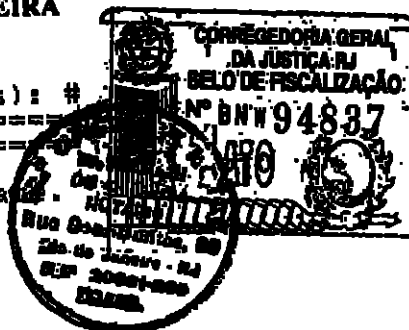
22 OFICIO DE NOTAS - NOTÁRIO WILHAMI DE OLIVEIRA

322 Ofício de Notas - Matriz - Notários WILHAMI DE OLIVEIRA
Rua Senador Dantas, 39 - RJ - Tel. 544-0277 - Nº 190259

Reconheço por semelhança a(s) firma(s): #
CARLOS SELIGO CAMERINI-785/28, #=====

Rio de Janeiro, 12 de Setembro de 2000 as 11:30:26
Em Testemunha da Verdade.

NºPI. ANTONIO DE SOUSA CORREIA - Substituto - NAC - 1
Valor assinado com selo de fiscalização. Total 2,47



CONSULADO GENERAL DE COLOMBIA

CONSULADO DE COLOMBIA
No. 70/00.

El Suscrito Cónsul General de Colombia en Rio de Janeiro, visto los documentos presentados por los interesados, CERTIFICA: Que la Señora MARIA ANTONIA DE JESUS CORREIA, quien como Escribiente Sustituta de la Notaría 22º. de Rio de Janeiro, Brasil, autenticó la firma del signatario del poder precedente, ejercía en la fecha las funciones indicadas y su firma corresponde a la registrada en este Consulado.

Que la Compañía PETROLEO BRASILEIRO S.A. – PETROBRAS, es una sociedad constituida de acuerdo con las leyes del Brasil y cumple su objetivo conforme a las mismas.

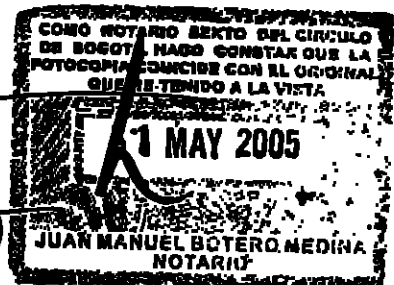
Que el Señor CARLOS SOLIGO CAMERINI, quien en su carácter de SUPERINTENDENTE GENERAL DEL CENTRO DE PESQUISAS Y DESARROLLO de la citada Compañía, confiere el poder precedente y cuya firma fué autenticada ante la Notaría 22º. de Rio de Janeiro, Brasil, es su representante legal en este país.

El Cónsul no asume responsabilidad por el contenido de este documento.

Rio de Janeiro, 14 de septiembre de 2000.



JUAN LOZANO P.
Cónsul General de Colombia.



PAGADO IMPUESTO DE TIMBRE
US\$ 7,00 (SIETE DÓLARES)
PAGADO DERECHOS CONSULARES
US\$ 100,00 (CIEN DÓLARES)

MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

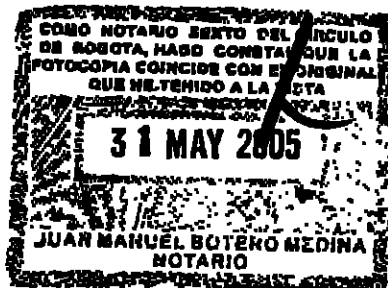
438547

Leon Lyons
CUYA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESEMPENA
LAS FUNCIONES INDICADAS.

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2000 SET 20 12 11:04

M. Lyons
JEFE DE LEGALIZACIONES
SANTAFE DE BOGOTA D.C.



6
TRADUCCION OFICIAL NO. 200928 de un documento escrito en Portugués, el cual, para su identificación se sella con el sello de María Eugenia Sanint, Traductora Oficial según Resolución No. 851 del Ministerio de Justicia.

LEGALIZACIONES

Escritas en PORTUGUES, al ple de un PODER escrito en ESPAÑOL, otorgado por PETRÓLEO BRASILEIRO S/A-PETROBRAS, a EMILIO FERRERO y otros.

NOTARIA 22 – NOTARIO WILHAMI DE OLIVEIRA

Notaría 22 – Matriz – Notario: Wilhami de Oliveira

Rua Senador Dantas, 39 – Rio de Janeiro- No. 190259

Reconozco por semejanza la firma de : CARLOS SOLIGO CAMERINI –785/28

Rio de Janeiro, 12 de septiembre de 2000 –11:30:26

En fe de lo cual firmo el presente

(Firma Ilegible)

MARIA ANTONIA DE JESUS CORREIA –Suplente – MAJC –1

Válido únicamente con el sello de Control – Total derechos: 2,47

Sello de la Corregiduría General de Justicia

SELLO DE CONTROL

No. BN w 94837

Sello del Notario

EN ESPAÑOL, la legalización de la firma anterior por el Consulado General de Colombia en Río de Janeiro, bajo el No. 70/00 de fecha del 14 de septiembre de 2000

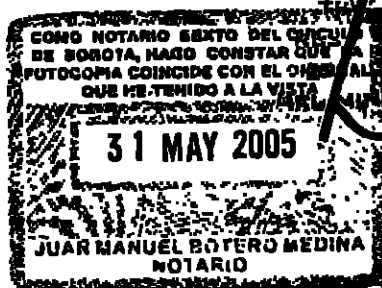
EN ESPAÑOL, la legalización de la firma anterior por el Ministerio de Relaciones

Exteriores de Colombia, bajo el No. 438547 de fecha del 20 de septiembre de 2000.

ES TRADUCCION FIEL Y COMPLETA.

Traductora: María Eugenia Sanint

Bogotá, 25 de septiembre de 2000



María Eugenia Sanint
MARIA EUGENIA SANINT
101000
MINISTERIO DE JUSTICIA

23

COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCULO
BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE LA(S) FIRMA(S)
[Firma]
COINCIDE(N) CON LA FIRMA REGISTRADA POR
EL (ELLOS) EN ESTA NOTARIA
SANTAFE DE BOGOTA, 26 SET. 2000

NO SE ASU
RESPONSABILIDAD

2000 SET 27

JOSÉ DE LEON L. GÓMEZ
SANTAFE DE BOGOTA

MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

442191

[Firma]
CARTA FIRMA AGENCIA EXTERNA
NACIONAL DE IDENTIFICACION
BOGOTA, D.C. 2005

COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCULO
DE BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE LA
FOTOCOPIA COINCIDE CON EL ORIGINAL
QUE HE TENIDO A LA VISTA
31 MAY 2005
JUAN MANUEL BOTERO MEDINA
NOTARIO

SENSOR DE pH A FIBRA ÓPTICA

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um sensor de pH a fibra óptica para medir o pH de soluções aquosas, onde um transdutor acopla
5 mecanicamente uma rede de Bragg a um hidrogel sensível a pH, mais especificamente, a um sensor de pH onde a variação do volume hidrodinâmico do hidrogel resultante de uma variação do pH do meio introduz uma força suficiente para deformar a rede de Bragg, a medida da variação do pH sendo recuperada empregando as técnicas usuais de
10 leitura de comprimentos de onda.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Uma rede de Bragg em fibra óptica ou *Fiber Bragg Grating* (FBG) é um componente óptico passivo obtido pela gravação de uma modulação local, longitudinal e periódica do índice de refração do núcleo da fibra
15 óptica. Devido à variação local do índice de refração, qualquer luz que se propague ao longo do núcleo da fibra sofre reflexão parcial em cada uma das camadas de rede. Como consequência da periodicidade da modulação de índice, ocorre interferência construtiva da luz refletida para os vetores de onda que satisfazem à condição de Bragg $\lambda_B = 2n\Lambda$, onde λ_B
20 é o comprimento de onda no pico de espectro de luz refletida, ou comprimento de onda de Bragg, Λ é a periodicidade espacial da rede, e n é o índice de refração do núcleo. Isto implica que parte do espectro incidente não é transmitido, mas refletido, pela rede de Bragg.

Já que o comprimento de onda refletido pela rede de Bragg é
25 função de n e Λ , variações da temperatura, ΔT , ou da deformação à qual a rede é submetida, $\Delta \epsilon$, dão origem a variações apreciáveis nestes parâmetros, o que leva a variações no comprimento de onda de Bragg que podem ser expressos por: $\Delta \lambda = \lambda_B(\alpha \Delta T + \beta \Delta \epsilon)$.

Sensores a rede de Bragg em fibra óptica para a medida de vários parâmetros físicos costumam se basear na transmissão da deformação proveniente de uma estrutura elástica como uma mola ou diafragma para rede. O princípio de operação dos sensores a FBG consiste no
5 monitoramento do comprimento de onda de Bragg e na correlação da variação do comprimento de onda, $\Delta\lambda$, com as variações no valor do mensurando.

Medidas muito precisas podem ser obtidas dependendo da instrumentação de leitura. Se um sistema de medida de comprimento de
10 onda com ± 1 pm de incerteza é empregado, a técnica de FBG pode prover medida de centésimos de graus Celsius para variações de temperatura, e variações de deformação de alguns $\mu\text{m}/\text{m}$.

Hidrogéis são constituídos por uma combinação de uma cadeia polimérica reticulada sólida e um líquido vizinho. Quando estimulados,
15 por exemplo, por variações de temperatura, campos elétricos e magnéticos, e no pH do ambiente, esses materiais podem sofrer variação de volume hidrodinâmico pronunciada e reversível. O processo de variação de volume hidrodinâmico é governado por interações entre a rede polimérica e a solução aquosa. Em géis sensíveis a pH, a proporção
20 de variação de volume hidrodinâmico é determinada pelo equilíbrio entre a força restauradora provida pelas reticulações e a pressão osmótica devida à difusão de espécies iônicas. Módulos de Young elevados foram previstos e observados experimentalmente para vários hidrogéis, e uma variedade de atuadores químico-mecânicos foram construídos. A este
25 respeito, vide os artigos por Brock, D., Lee, W. J., Segalman, D., Witkowski, M., "A Dynamic-Model of a Linear-Actuator Based on Polymer Hydrogel", Journal of Intelligent Material Systems and Structures 5, 764 (1994); Shahinpoor, M., "Micro-electro-mechanics of Ionic Polymer Gels as Electrically Controllable Artificial Muscles", Journal of Intellygent

Material Systems and Structures 6, 307 (1995); Woojin Lee, "Polymer Gel Based Actuator: Dynamic model of gel for real time control", PhD Thesis, MIT (1996); Kato, N., Takizawa, Y., Takahashi, F., "Magnetically Driven Chemomechanical Device with Poly(N-Isopropylacrylamide) Hydrogel
5 Containing Gamma-Fe₂O₃", Journal Of Intelligent Material Systems And Structures 8, 588 (1997).

Em polímeros iônicos, a repulsão eletrostática entre cargas similares pode aumentar consideravelmente as forças de inchamento. A magnitude da repulsão depende do número de cargas e da concentração
10 de contra-íons que estão presentes no polímero. O aumento da concentração de contra-íons causa um aumento na blindagem das cargas, o que resulta em redução de forças de repulsão. Este fenômeno pode ser visto igualmente como um efeito de pressão osmótica. A concentração de cargas elétricas no interior do polímero reticulado é
15 maior do que no solvente. Por conseguinte, o solvente entra no polímero tentando igualar a pressão osmótica entre o interior e o exterior do polímero.

Para informações básicas sobre hidrogéis sensíveis ao pH vide os artigos: S.K. De et al., "Equilibrium Swelling and Kinetics of pH-
20 responsive Hydrogels: Models, Experiments, and Simulations", Journal of Microelectromechanical Systems, 11, 544 (2002); Marra, S. P., Ramesh, K. T., Douglas, A. S., "Mechanical Characterization of Active Poly(vinyl alcohol)-Poly(acrylic acid) Gel", Materials Science and Engineering C 14, 25 (2001); Fei, J. Q., Gu, L. X., "PVA/PAA Thermo-crosslinking Hydrogel
25 Fiber: Preparation and pH-sensitive Properties in Electrolyte Solution", European Polymer Journal 38, 1653 (2002); e Johnson, B., Niedermaier, D. J., Crone, W. C., Moorthy, J., Beebe, D. J., "Mechanical Properties of a pH Sensitive Hydrogel", Proceedings of the Annual Conference of the Society for Experimental Mechanics, Milwaukee, EUA, 2002; Marra, S.

P., Ramesh, K. T., Douglas, A. S., "Mechanical Characterization of Active Poly(vinyl alcohol)-Poly(acrylic acid) Gel", Materials Science and Engineering C 14, 25 (2001).

5 A patente US 5.015.843 ensina um sensor químico que pode detectar a presença de uma espécie química em solução com base no inchamento de um polímero em reação à espécie química. O inchamento do polímero é determinado indiretamente medindo a luz refletida a partir de um refletor afixado direta ou indiretamente ao polímero. Desse modo um aumento ou redução no tamanho do polímero muda a distância entre
10 o refletor e uma fonte de luz. Medidas da intensidade da luz refletida pelo refletor indicam a proporção de inchamento ou encolhimento do polímero em resposta à espécie química. No entanto essa patente não se destina a medir pH e nem utiliza uma fibra óptica a rede de Bragg como na presente invenção.

15 O pH é o parâmetro químico mais utilizado em processos químicos e fornece informação sobre a concentração de íons hidrogênio e hidroxila em uma solução aquosa. O pH mede a atividade iônica de íons hidrogênio em solução. A concentração e a atividade iônica estão relacionadas, e são iguais para soluções iônicas cuja diluição possa ser
20 considerada infinita.

Medidas convencionais de pH incluem indicadores de pH utilizando corantes cuja cor depende do pH e o eletrodo de pH cujo princípio de funcionamento é a célula eletroquímica. As técnicas não convencionais incluem o ISFET (*Ionic Selective Field Effect Transistor*) e os sensores
25 ópticos. Em um sensor óptico, a medida do pH é feita pela modulação da intensidade da luz através da absorção, reflexão ou fluorescência de cromóforos sensíveis aos íons hidrogênio.

Por outro lado, a detecção da corrosão metálica em equipamentos de difícil acesso apresenta dificuldades que até o momento não foram



satisfatoriamente contornadas nos diversos setores industriais. Os sensores para avaliação de corrosão baseiam-se normalmente em corpos de sacrifício ou na monitoração da reação catódica que ocorre junto com o processo de oxidação e redução da corrosão.

- 5 Na indústria do petróleo a corrosão metálica pode acarretar a falha prematura de equipamentos e vazamentos causando onerosas operações de manutenção e pondo em risco a segurança e o meio ambiente. O conhecimento de forma dinâmica e em tempo real das condições geradoras do processo de corrosão metálica pode ser uma
- 10 ferramenta muito valiosa na prevenção e controle de suas consequências.

- Na área de petróleo, uma linha de pesquisa associada à corrosão metálica é a determinação da corrosividade do meio para avaliação das taxas de corrosão. A taxa de corrosão da maioria dos metais é afetada
- 15 pelo pH. Em geral o efeito do pH sobre a taxa de corrosão segue três padrões. No primeiro, que se aplica a metais solúveis em ácido como o ferro, a taxa de corrosão é muito elevada para $\text{pH} < 4$, enquanto para $4 < \text{pH} < 10$, esta é dependente da concentração de oxidantes. O segundo padrão se aplica a metais como alumínio e zinco, cuja taxa de corrosão é
- 20 elevada para $\text{pH} < 4$ e $\text{pH} > 8$. Finalmente, metais nobres como ouro e platina não são afetados pelo pH.

- As correlações utilizadas na estimativa do pH em ambientes de subsuperfície apresentam grande imprecisão de resultados. Um sensor que possa ser instalado no fundo do poço e em outros locais do sistema
- 25 de produção será uma ferramenta útil para verificar as correlações e auxiliará no processo de seleção dos materiais de fabricação de vários equipamentos e dutos.

A medição contínua de parâmetros como temperatura (T), pressão (P) e vazão de fundo nos poços de petróleo viabilizou o que se chama atualmente de poços inteligentes ou *smart wells*.

Atualmente, encontram-se em operação sensores de pressão, temperatura e vazão de fundo de poço baseados na tecnologia de FBG. A esse respeito, vide os artigos por A. D. Kersey, "Optical fiber sensors for permanent downwell monitoring applications in the oil and gas industry", IEICE Transactions on Electronics E83C, 400 (2000); e Ph. M. Nellen, P. Mauron, A. Frank, U. Sennhauser, K. Bohnert, P. Pequignot, P. Bodor, H. Brandle, "Reliability of fiber Bragg grating based sensors for downhole applications", Sensors Actuators A-Physical 103, 364 (2003).

Porém, restam ainda importantes variáveis a serem monitoradas no fundo do poço. Este é o caso do pH. A medição do pH, em tempo real, junto com as informações já disponibilizadas pela monitoração de outras grandezas, pode propiciar um melhor entendimento do processo corrosivo.

Assim, verifica-se que a técnica ainda necessita de um sensor de pH a fibra óptica onde a deformação de um hidrogel sensível ao pH é transmitida a uma fibra óptica contendo uma rede de Bragg gravada, a deformação transmitida alterando o comprimento de onda da rede de Bragg, produzindo um sensor de pH, descrito e reivindicado no presente pedido.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De um modo amplo, a invenção compreende um sensor de pH para a medição de pH de soluções aquosas utilizando uma fibra óptica, o sensor compreendendo um alojamento rígido contendo um primeiro compartimento onde é inserido um conjunto de discos à base de um hidrogel sensível a pH e, separado deste por qualquer dispositivo, um segundo compartimento mecanicamente conectado ao primeiro e

contendo uma fibra óptica com uma rede de Bragg gravada, dito hidrogel sofrendo um processo de variação de volume hidrodinâmico devido à variação de pH, a deformação causada por essa variação de volume sendo transmitida à rede de Bragg e alterando o comprimento de onda de Bragg, a alteração sendo medida pelas técnicas usuais de leitura de comprimento de onda.

Assim, a invenção provê um sensor de pH em que um transdutor acopla mecanicamente uma rede de Bragg gravada em uma fibra óptica a um hidrogel sensível a pH.

10 A invenção provê também um sensor de pH em que a variação de volume hidrodinâmico do hidrogel sensível a pH provoca uma deformação na rede de Bragg que pode ser avaliada pela variação do comprimento de onda de Bragg.

A invenção provê ainda um sensor de pH para ser instalado em um poço, em dutos e equipamentos de difícil acesso e efetuar leitura de pH em conjunto com outros sensores baseados em redes de Bragg em fibra óptica que efetuam leituras das variáveis pressão, temperatura e vazão.

A invenção provê adicionalmente um sensor de pH para ser instalado em um poço, em dutos e equipamentos de difícil acesso, as medidas de pH efetuadas permitindo a avaliação indireta, o monitoramento, e o controle da corrosão.

A invenção provê ainda um sensor de pH onde o conjunto de discos de polímero contém diferentes hidrogéis sensíveis a diferentes faixas de pH, varrendo ampla escala de pH.

25 A invenção provê também um sensor de pH que pode ser instalado em série com pelo menos mais um sensor contendo um hidrogel sensível a uma faixa diferente de pH enquanto utiliza a mesma fibra óptica.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIGURA 1 anexa ilustra a variação do volume hidrodinâmico de um hidrogel sensível a pH com a variação do pH do meio. A FIGURA 1A ilustra esquematicamente um hidrogel. A FIGURA 1B ilustra a situação em que o hidrogel está imerso em um meio de pH mais elevado, enquanto a FIGURA 1C ilustra o hidrogel em um meio de pH mais baixo.

A FIGURA 2 anexa é um gráfico da curva de titulação de um ácido fraco com uma base forte, mostrando o efeito tampão.

A FIGURA 3 anexa ilustra esquematicamente uma modalidade do sensor de pH da invenção que utiliza mola como transdutor mecânico entre o hidrogel e a fibra óptica gravada com rede de Bragg.

A FIGURA 4 anexa ilustra um corte da mesma modalidade a mola do sensor de pH da invenção. A FIGURA 4A ilustra o corpo do sensor de pH enquanto a FIGURA 4B ilustra em detalhe o disco de polímero e telas de aço.

A FIGURA 5 anexa ilustra a expansão do volume hidrodinâmico dos discos de hidrogel de PVA/PAA livres em pH 6,0 relativamente ao valor desse volume em pH 3,0.

A FIGURA 6 anexa ilustra a hidratação a pH 3,0 dos discos de hidrogel de PVA/PAA montados no sensor e conseqüente redução do comprimento de onda da rede em 226 pm.

A FIGURA 7 anexa ilustra o resultado experimental de dois ciclos completos da variação do pH entre 3,0 e 6,0 para o sensor.

A FIGURA 8 anexa é um gráfico que mostra a resposta do sensor a variações de temperatura, em comparação com a resposta de uma rede de Bragg livre.

A FIGURA 9 anexa é um gráfico que ilustra a variação do comprimento de onda de Bragg no sensor para vários valores de pH da solução tampão onde dito sensor está imerso.

A FIGURA 10 anexa ilustra uma outra modalidade do sensor de pH em que o transdutor é uma viga. A FIGURA 10A é um desenho esquemático do sensor utilizando viga e a FIGURA 10B ilustra o êmbolo que atua sobre a viga.

- 5 A FIGURA 11A anexa ilustra um desenho esquemático em seção reta do sensor que utiliza viga e a FIGURA 11B anexa ilustra a fixação da viga sobre a tampa do sensor.

- 10 A FIGURA 12 anexa ilustra uma vista geral de uma outra modalidade do sensor de pH da invenção utilizando a fibra óptica como transdutor.

A FIGURA 13 anexa ilustra um corte do sensor de pH da invenção utilizando a fibra óptica como transdutor.

A FIGURA 14 anexa ilustra o disco móvel do sensor que utiliza a fibra óptica como transdutor.

15 **DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS**

Como descrito anteriormente, o sensor de pH da invenção para medição de pH usando fibra óptica utiliza um transdutor que acopla mecanicamente uma fibra óptica, em cujo núcleo foi impressa uma rede de Bragg, a um hidrogel.

- 20 O conceito da presente invenção é, pois, baseado no fato de que as características mecânicas e a sensibilidade ao pH de um hidrogel aliadas a um dispositivo mecânico que compatibilize as propriedades de tensão-deformação do mesmo com a da fibra óptica contendo uma rede de Bragg gravada permite trazer a informação do pH do meio para o
- 25 domínio óptico, produzindo um sensor de pH a fibra óptica baseado em rede de Bragg.

Para as finalidades da invenção, hidrogel útil é aquele sensível à faixa de pH que se deseja medir. Assim, o sensor da invenção não é limitado a um hidrogel específico, ao contrário, contempla o emprego de

hidrogéis variados, sensíveis a amplas faixas de variação de pH desde em torno de 2,0 até cerca de 12,0. Assim, os especialistas entenderão que embora a descrição esteja mais especialmente dirigida para um hidrogel específico à base do polímero PVA/PAA, sensível a pH na faixa entre 2,5 e 7,0, mais especificamente na faixa de 3,0 a 6,0, que é a faixa de interesse do presente estudo, esta escolha não representa uma limitação da invenção, mas tão somente um exemplo da mesma.

O projeto de atuadores lineares utilizando hidrogel de PVA/PAA [(poli(álcool vinílico)-poli(ácido acrílico)] descrito no artigo D. Brock, W. J. Lee, D. Segalman, M. Witkowski, "A Dynamic-Model of A Linear-Actuator Based On Polymer Hydrogel", Journal of Intelligent Material Systems and Structures 5, 764-771 (1994) indica aumento contínuo de volume na faixa ativa, variação de volume sem histerese, tempos de resposta na faixa de segundos e preparação relativamente simples.

Nas cadeias poliméricas do PVA/PAA em meio aquoso, três variáveis competem entre si no processo de variação de volume devida à variação do pH: a elasticidade, a afinidade química e a mobilidade do íon hidrogênio. Essas variáveis definem a pressão osmótica quando há mudanças no equilíbrio, produzindo variações de volume. A elasticidade produz esforços contrários aos de tração e compressão tentando manter o polímero em sua situação de equilíbrio e depende apenas da temperatura. A afinidade química produz atração ou repulsão entre polímero e solvente em função das cargas elétricas, não depende da temperatura, mas é afetada pelo volume hidrodinâmico do polímero e pelo solvente. A mobilidade do íon hidrogênio depende do grau de ionização, da temperatura, da reticulação da cadeia, e do volume hidrodinâmico.

A invenção será descrita a seguir em relação às Figuras anexas.

A variação de volume em um hidrogel como o hidrogel de polímero PVA-PAA representada na Figura 1 anexa, é analisada pela afinidade química entre o grupo carboxila e as moléculas de água e pela elasticidade de suas ligações cruzadas. Já a dinâmica dessa variação é interpretada pela mobilidade do íon hidrogênio em sua cadeia polimérica. Dessa forma, em meio menos ácido ($\text{pH} > 5$) há diminuição na concentração de íons H^+ , deslocando o equilíbrio da reação $[-\text{COOH}]_n \rightleftharpoons [-\text{COO}]_n$ para a formação de grupamentos acetatos ($[-\text{COO}]_n$) que produz cargas negativas na cadeia polimérica o que significa repulsão, isto é, aumento de volume. Em meio ácido ($\text{pH} < 4$) o aumento da concentração de íons H^+ desloca o equilíbrio da reação $[-\text{COO}]_n \rightleftharpoons [-\text{COOH}]_n$ para a formação de grupamentos ácidos ($[-\text{COOH}]_n$), que reduz as cargas negativas nas cadeias poliméricas, neutralizando as cargas e causando a diminuição de volume. Como as reações envolvidas são reversíveis, a variação do pH muda apenas o ponto de equilíbrio das reações e, dessa forma, o volume hidrodinâmico em função do pH. A velocidade com que a variação de volume ocorre depende da mobilidade dos íons hidrogênio.

A preparação do polímero PVA/PAA compreende procedimentos do estado da técnica adaptados para o hidrogel utilizado no sensor de pH da invenção.

Os polímeros PVA e PAA são produtos comerciais fornecidos pela Aldrich, USA.

Esse procedimento compreende as etapas de preparação da solução de polímero, secagem da solução para obter um filme e reticulação térmica do filme para obter o hidrogel de PVA/PAA.

O procedimento compreende, pois, as etapas de:

- a) Preparar uma solução a 3,0% em peso de PAA (ácido poliacrílico) com $M_v = 1.250.000$ (peso molecular médio viscométrico) e uma

solução a 3,0% de PVA (álcool polivinílico), $M_w = 31.000-50.000$ (peso molecular médio ponderal), hidrolisado a 87-89% em água;

- b) Para cada solução de polímero, aquecer a 50°C 100 ml de água em um bécher utilizando uma placa de agitação com aquecimento.**
- 5 Adicionar em pequenas quantidades, 3,0 g de polímero por cerca de 2 horas, sob agitação constante;**
- c) Após o resfriamento das duas soluções a temperatura ambiente, compensar a quantidade de água evaporada e misturar as soluções na proporção 1:1 obtendo razão de mistura de 1,5 %**
- 10 PVA/PAA. Com auxílio da placa de agitação aquecida, misturar as duas soluções por 5 horas a 50°C;**
- d) Pipetar 50 mL da mistura 1,5% PVA/PAA sobre uma placa de vidro lisa;**
- e) Secar em estufa a mistura a 55°C/24 horas, obtendo um filme**
- 15 polimérico com espessura entre 0,10 mm a 0,30 mm;**
- f) Retirar o filme obtido e recortar o mesmo em fatias e colocar em estufa a 110°C/1 hora para formar as ligações cruzadas (reticulações) entre os dois polímeros;**
- g) Prover pesos de 270 g e grampos para alongar as fatias. Cada**
- 20 fatia de PVA/PAA deve ser estressada com o peso a 100°C/20 minutos para estabilizar as ligações cruzadas;**
- h) Recuperar o polímero PVA/PAA reticulado e remover o peso e grampos após resfriamento.**

A medida de pH fornecida pelo sensor está relacionada com o pK_a (logaritmo do inverso da constante de dissociação) do grupamento ácido fraco ou base fraca contido na cadeia polimérica.

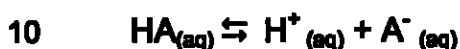
25

Sabe-se que em solução aquosa, praticamente todas as moléculas de ácidos fortes estão dissociadas em íons. Já os ácidos fracos não se dissociam totalmente. Assim, para estes últimos é possível calcular uma

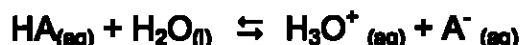
constante que irá relacionar a quantidade de moléculas dissociadas e a quantidade de moléculas não-dissociadas quando o sistema atinge o equilíbrio.

Essa constante de equilíbrio é chamada de constante de dissociação (K_d), e, no caso dos ácidos, (K_a). Para ácidos fortes, não faz sentido esse tipo de relação, devido ao número de moléculas não dissociadas ser desprezível.

A equação proposta por Arrhenius para a dissociação de um ácido HA é:



Já a equação proposta por Brønsted-Lowry enfatiza o fato de o ácido transferir um próton para a água:



A condição desse equilíbrio é escrita como $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]/[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]$.

15 No entanto, como a concentração de moléculas de água permanece constante (da ordem de 55,5M, $[\text{H}_2\text{O}] = 1000\text{g/L} / 18,015\text{ g/mol} = 55,5\text{M}$), ou seja, não influi nos cálculos da equação $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$, o equilíbrio pode ser escrito como $[\text{H}^+][\text{A}^-] / [\text{HA}]$. Isto seria o mesmo que considerar o íon H_3O^+ apenas como H^+ , mas como não existe o próton na sua forma livre, 20 devemos saber que H^+ está sob a forma de H_3O^+ . Portanto, a constante de dissociação (K_a) para um ácido fraco HA pode ser definida como:

$$K_a = [\text{H}^+][\text{A}^-] / [\text{HA}]$$

Rearranjando e aplicando o logaritmo chega-se na equação de Henderson-Hasselbach que relaciona o pH com o $\text{p}K_a$ de uma dada 25 solução:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log [\text{A}^-] / [\text{HA}]$$

Substituindo valores na equação, e traçando uma curva de titulação, como na Figura 2, verifica-se que a solução só tem efeito tampão em uma gama de valores de pH entre $\text{p}K_a + 1$ e $\text{p}K_a - 1$. Fora desta

região, uma pequena adição de ácido ou base leva a uma grande variação de pH.

5 A força de um ácido, isto é, seu grau de ionização em solução, é indicado pela magnitude de sua constante de dissociação (K_a). Quanto mais fraco o ácido, menor será o valor de K_a . No caso de ácidos polipróticos, ou seja, ácidos que possuem mais de um hidrogênio ionizável, irão existir mais de uma constante de dissociação. Isto porque a ionização de um ácido poliprótico ocorre em etapas, e cada etapa terá um valor associado de K_a .

10 Visando determinar a faixa de maior atuação do hidrogel de polímero PVA/PAA foi feita a determinação do pK_a de uma amostra polimérica desse polímero. Determinou-se o pK_a a partir da titulação de 1 g de um filme polimérico previamente hidratado, a titulação sendo efetuada com auxílio de uma solução de NaOH 0,13 M.

15 A partir dos resultados da titulação foi obtido o valor do pK_a da amostra em torno de 4,6 unidades de pH, esse valor sendo esperado para um ácido fraco.

20 Os resultados dos experimentos mostram que a sensibilidade do sensor de pH da invenção não deverá ser afetada pelo efeito tampão do filme polimérico já que, considerando que o meio é infinito o filme polimérico deverá atingir sempre esse valor de pH, afetando apenas o tempo de resposta do sensor.

25 A depender do número de discos de polímero sensível a pH ou da incerteza da medida de comprimento de onda de Bragg, os resultados experimentais mostram ainda que a faixa de leitura de pH varia de $pK_a - (2 \text{ a } 3)$ até $pK_a + (2 \text{ a } 3)$.

De modo análogo ao que foi efetuado para o hidrogel de polímero PVA/PAA utilizado no sensor aqui proposto, outros hidrogéis à base de polímeros e/ou polímeros diferentes podem ser submetidos ao mesmo

tipo de titulação aqui descrita, determinando-se assim as faixas de pH em que esses hidrogéis são sensíveis.

Assim, fica bem claro que o sensor da invenção em suas diversas modalidades não fica limitado ao uso do hidrogel de polímero PVA/PAA, esse hidrogel sendo apenas um exemplo não limitativo da invenção.

As redes de Bragg por sua vez consistem em uma modulação local periódica no índice de refração do núcleo da fibra óptica ao longo do comprimento dessa fibra. A rede reflete uma estreita faixa de comprimentos de onda cujo valor no pico do espectro, λ_B , corresponde a cerca de três vezes o valor do período espacial Λ da modulação de Índice, de acordo com: $\lambda_B = 2n \Lambda$, sendo $n \approx 1,5$ o índice de refração do núcleo da fibra óptica.

As redes de Bragg úteis para as finalidades da invenção compreendem as redes preparadas previamente à instalação no sensor de pH expondo localmente o núcleo da fibra óptica a um padrão de interferência de dois raios de luz ultravioleta onde a orientação em relação ao eixo longitudinal da fibra óptica é tal que para a rede, os máximos e mínimos do padrão de interferência se estendem ao longo de uma pequena parte da fibra em direções normais ao eixo longitudinal e que a periodicidade é aquela desejada para a rede.

Os experimentos conduzidos pela Requerente e que levaram ao desenvolvimento do presente sensor de pH mostraram que a deformação do hidrogel de PVA/PAA na faixa ácida de 2,5 a 7,0, mais especificamente, 3,0 a 6,0 unidades de pH é suficiente para deformar uma rede de Bragg alterando seu comprimento de onda por algumas centenas de picômetros. O sistema de leitura adotado tem ± 1 pm de incerteza de comprimento de onda.

A resolução do sensor de pH da invenção varia desde 0,1 até 0,05 unidades de pH.

O sensor é composto por uma fibra óptica monomodo, usualmente para o comprimento de onda 1550 nm contendo a FBG gravada no núcleo da mesma em qualquer posição ao longo da fibra. A FBG acoplada mecanicamente ao transdutor é interrogada utilizando-se um sistema óptico composto por uma fonte de luz — que pode ser um laser sintonizável em comprimento de onda ou uma fonte de luz com larga banda de emissão, como um LED ou uma fonte ASE — acoplada ao núcleo da fibra, e um sistema de medida do comprimento de onda de Bragg — que pode ser composto por um analisador de espectros ou por um sistema contendo filtros espectrais de qualquer natureza e um fotodetector que mede a convolução do sinal provindo da FBG com o do filtro. A medida do sinal pode ser realizada em transmissão ou em reflexão. No caso de a medida ser realizada em transmissão, detecta-se o sinal que é transmitido pela FBG, e neste caso monitora-se a região do espectro da fonte que apresenta uma perda de potência. No caso de a medida ser realizada em reflexão, utiliza-se geralmente um acoplador 50/50, através do qual a luz proveniente da fonte é enviada ao sensor e a parte do espectro refletida pela FBG é enviada ao sistema de leitura. Para aplicações em fundo de poço ou em quaisquer equipamentos de difícil acesso, as medidas são realizadas em reflexão. A partir da medição do comprimento de onda de Bragg da rede, recupera-se o valor do mensurando em questão através de uma curva de calibração que deve ser levantada previamente à instalação do sensor em campo.

A Figura 3 é uma vista geral de uma modalidade da invenção em que o transdutor mecânico é uma mola.

Essa Figura mostra uma vista do sensor de pH, geralmente designado pelo numeral (100) com um corpo externo (101), usualmente em teflon, geralmente cilíndrico, com a parte central (110). A usinagem da parte central (110) do corpo (101) é feita de modo a facilitar a

expansão de volume hidrodinâmico dos discos (125) de polímero. Assim, a parte central (110) do corpo (101) é vazada, as partes (112) e (113) sendo unidas por pelo menos três hastes (111). A parte (112) é dotada de roscas internas (não representadas) usinadas de tal modo que se adaptem às roscas externas (114a) da tampa (115a) do sensor (100).

Analogamente à disposição descrita para a parte (112), uma tampa (115b) dotada de roscas externas (114b) se adapta às roscas internas (não representadas) da parte (113) da parte central (110) do sensor (100). Uma tela (116), de aço, serve de sustentação lateral para os discos de polímero (não representados) contidos no interior do sensor (100). A parte central (110) contém uma fibra óptica com uma rede de Bragg gravada, a mola e os discos de fixação da fibra óptica, os discos de polímero e os espaçadores (não representados).

A Figura 4A ilustra em corte o sensor de pH (100). Na parte central (110) do sensor (100) de pH são colocados a fibra óptica (121) contendo a rede de Bragg (122), a mola (123), um disco móvel (êmbolo) (118) e um disco fixo (119) para fixação da fibra (121), e um cilindro de tela (116). Além destes, são colocados ainda os discos (125) de hidrogel com espessura entre 0,10 mm e 0,30 mm preparados conforme descrito acima no presente relatório, os discos (126) constituídos de tela de aço de malha 0,149 mm (100 mesh Tyler) para confinamento dos discos (125) de hidrogel, e os espaçadores (127) conforme ilustrado na Figura 4B, e que constituem as unidades de disco (130).

Os espaçadores (127) e os discos (126) de tela de aço, além de separar os discos (125) de hidrogel, destinam-se a aperfeiçoar a área de contato dos discos (125) de hidrogel com a solução da qual se quer medir o valor de pH e, por conseguinte, reduzir o tempo de resposta do sensor.

Na Figura 4A também estão indicadas as roscas internas (114c) que se adaptam às roscas externas (114b) da tampa (115b) do sensor (100).

5 As unidades de disco (130) são alojadas em um primeiro compartimento (117a) do corpo (110) do sensor (100). O compartimento (117a) é limitado por um êmbolo (118) e pela tampa (115b). O êmbolo (118) e o disco (119) para fixação da fibra óptica delimitam o segundo compartimento (117b) da parte central (110) do sensor (100). Em meio menos ácido, o hidrogel de PVA/PAA incha e pressiona o êmbolo (118),
10 por conseguinte, a mola (123), reduzindo a deformação sobre a fibra óptica (121) que contém a rede de Bragg (122).

O número de discos (125) de hidrogel não é crítico e pode variar desde um mínimo de 2 até um número tal que a variação do volume desses discos (125) não afete a integridade da fibra (121). O número
15 mínimo de discos (125) do sensor (100) é aquele necessário para produzir uma variação do comprimento de onda da FBG de pelo menos 60 pm, o que garante a realização de uma medida de pH na faixa de interesse (entre 3,0 e 6,0, para poços de petróleo) com resolução de 0,05 unidades de pH. No entanto, se uma faixa maior e/ou uma resolução
20 maior de pH for desejada, o número mínimo de discos (125) pode ser ampliado.

A Figura 4B ilustra uma unidade de disco (130) a ser inserida no sensor (100), constituída do próprio disco (125) de hidrogel, discos (126) de tela de aço e espaçadores (127).

25 A fibra óptica (121) é introduzida na parte central (110) através de furações (120) efetuadas no disco (119) fixo e no êmbolo (118), sendo fixada nesses dois pontos utilizando qualquer técnica conhecida, como por exemplo colagem com qualquer adesivo ou utilização de anilhas.

A mola (123) garante a deformação da fibra óptica (121) e por conseguinte, da rede de Bragg (122).

A constante de elasticidade da mola (123) está entre 50 N/m e 200 N/m.

- 5 A fixação da fibra (121) é efetuada com a mola (123) parcialmente comprimida, de modo a manter a FBG (122) deformada. Após a fixação, a tampa (115a) é montada e rosqueada na parte central (110) com auxílio das roscas (114a) e ajustada de modo que a fibra (121) se mantenha deformada pela ação da mola (123).
- 10 A montagem do sensor (100) é efetuada de acordo com as seguintes etapas:
- a) rosquear a tampa (115b) na parte central (110);
 - b) prover unidades de discos (130) e introduzir as mesmas no compartimento (117a);
 - 15 c) prover uma fibra (121) contendo uma rede de Bragg (122), introduzir a dita fibra (121) através da furação (120), de modo a fixar a fibra (121) no êmbolo (118);
 - d) introduzir a fibra óptica (121) fixada ao êmbolo (118) na parte central (110) e posicionada sobre as unidades de discos (130);
 - 20 e) posicionar a mola (123) sobre o êmbolo (118), passando a fibra (121) através da dita mola (123);
 - f) passar a fibra (121) através da furação (120) do disco (119);
 - g) rosquear a tampa (115a) na parte central (110), de modo a comprimir a mola (123);
 - 25 h) fixar a fibra (121) no disco (119);
 - i) desrosquear a tampa (115a) de modo a deformar a fibra (121) e alterar o comprimento de onda λ_B da FBG (122) por um valor entre 100 pm e 5 nm; e
 - j) obter o sensor (100) montado e pronto para uso.

O sensor de pH (100) assim montado é então colocado em solução aquosa a pH 3,0 para a hidratação inicial do polímero, o que leva a uma expansão do volume hidrodinâmico devida à entrada da solução na cadeia polimérica. Esta expansão imprime uma força que comprime a mola (123), resultando em um relaxamento da tração sobre a fibra óptica (121). O sensor de pH (100) da invenção está assim próprio para uso.

A Figura 5 ilustra a expansão do volume hidrodinâmico dos discos (125) de hidrogel de PVA/PAA livres em pH 6,0 relativamente ao valor desse volume em pH 3,0. Através do gráfico ilustrado na Figura 5, verifica-se uma variação relativa de 14% do volume hidrodinâmico do hidrogel, com tempo de resposta de poucos minutos e sem histerese.

A Figura 6 ilustra o desempenho do sensor (100) no processo de hidratação inicial, a pH 3,0. O comprimento de onda de Bragg da rede foi reduzido em 226 pm. Esta variação em comprimento de onda, $\Delta\lambda$, é devida a uma variação na deformação à qual a rede de Bragg está submetida de $\Delta\varepsilon = 180 \mu\text{m/m}$, uma vez que $\Delta\varepsilon = \Delta\lambda / (0,78\lambda_B)$. Por sua vez, esta variação de deformação é devida a uma força de 0,16 N sobre a mola devida aos discos de polímero quando da hidratação do mesmo, uma vez que $F_{pol} = E_{fibre} A_{fibre} \varepsilon$, onde E_{fibre} e A_{fibre} são o módulo de Young e a área da seção reta da fibra.

A Figura 7 ilustra o resultado experimental da variação do comprimento de onda da rede de Bragg quando o sensor (100) de pH, com os discos de polímero previamente hidratados em solução tampão com pH 3,0 é imerso inicialmente em solução tampão a pH 6,0, e posteriormente mergulhado em solução tampão com pH 3,0 e assim sucessivamente. Como resultado da primeira imersão do sensor em pH=6,0, observou-se a uma variação do comprimento de onda de Bragg em 545 pm, o que equivale a uma deformação da fibra de cerca de 450 $\mu\text{m/m}$. Na sequência, devido à passagem para solução com pH 3,0,

observou-se uma variação de 370 pm no comprimento de onda, ou seja, 305 $\mu\text{m/m}$ de variação da deformação à qual a fibra está submetida. Os ciclos subseqüentes mostraram variações equivalentes da deformação transmitida à fibra óptica. Da mesma forma, os valores da força exercida pelos discos de polímero sobre a mola durante os diversos ciclos de pH 3,0 e 6,0 foram semelhantes, variando de 0,27 N a 0,47 N. Essas pequenas variações nos valores observados são devidas a variações na temperatura da solução durante o ensaio, que influenciam não somente o sinal proveniente da rede de Bragg como também as dilatações térmicas do corpo do sensor, o que foi devidamente quantificado, conforme mostra a Figura 8.

Um gráfico ilustrativo da variação do comprimento de onda da rede no sensor (100) em função do pH da solução tampão na qual o sensor (100) está imerso pode ser visto na Figura 9.

Um parâmetro importante para que o sensor (100) de pH tenha aplicação comercial garantida é o tempo de resposta. Verificou-se que esse tempo é de cerca de 24 horas para uma área do polímero disponível para hidratação de 18%, o que é adequado para o uso final pretendido. O principal fator que afeta esse parâmetro é a área exposta ao meio, que permite uma maior mobilidade dos prótons e das moléculas de água e, portanto, uma rápida variação do volume hidrodinâmico.

Foi estimada a área efetiva de hidratação dos discos (125) de hidrogel já que o tempo de resposta do sensor (100) está diretamente ligado à velocidade de hidratação dos discos de polímero. É calculada a área dos discos (125) de hidrogel, e também a área ocupada pelos espaçadores (127) e a área aberta da tela (116) e dos discos (126) de tela de aço. Os cálculos efetuados levam a percentagens de até 42,6% de área do hidrogel disponível para hidratação conforme a malha da tela se torna mais aberta (entre 0,149 mm e 0,297 mm).

Para maiores áreas de hidratação os tempos de resposta se reduzem, o que é interessante do ponto de vista operacional, muito embora não se possa aumentar demais as áreas pelo risco de se ter um confinamento espacial inadequado do hidrogel.

- 5 Também, experimentos conduzidos a temperaturas entre 22,0°C e 70,0°C mostraram que, se há variação de volume do hidrogel livre com a temperatura, a variação é menor que 5%, tanto em pH 3,0 quando em pH 6,0.

10 Uma variante da modalidade do sensor (100) que utiliza mola é aquela em que a parte central (110) se abre em duas calhas (não representadas), o que facilita a montagem do sistema fibra (121)/mola (123), assim como a acomodação dos discos (125) de hidrogel com a tela de contenção (116).

15 Uma outra modalidade do sensor de pH, utilizando o conceito da invenção é um sensor de pH geralmente designado pelo numeral (200) com um corpo externo (201) contendo uma parte central (210) com uma região vazada e hastes (111) de sustentação, em que a mola (123) é substituída por uma viga (215) metálica delgada, que é acionada por um êmbolo (214) posicionado sobre os discos (125) de hidrogel, como
20 ilustrado nas Figuras 10A, 10B, 11A e 11B.

Conforme pode ser visto nas Figuras 11A e 11B, a viga (215) é fixada à tampa (213) do sensor (200) com auxílio de dispositivos, por exemplo, uma chapa de fixação (217) e parafusos (216).

25 De acordo com as Figuras 10A e 11A, verifica-se que outros aspectos do sensor (200) são semelhantes aos do sensor (100) quanto à construção, e alojamento das unidades de disco (130).

Uma fibra óptica (121) contendo uma rede de Bragg (122) gravada é posicionada de modo que a rede (122) fique no centro da viga (215), como indicado na Figura 11B, e a deformação da viga (215) devida à

variação do volume hidrodinâmico do hidrogel ocasionará uma deformação na rede (122), que será medida.

O sensor (200) e as dimensões da viga (215) são calculados levando em conta a ordem de grandeza da força exercida pelo sistema polimérico dos discos (125) e da magnitude da deformação da rede desejada, conforme descrito a seguir.

Módulo de Young da fibra óptica: $E_f = 7,3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$

Modulo de Young do aço: $E_{aço} = 210 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

Raio da fibra: $r_f = 62,5 \times 10^{-8} \text{ m} \Rightarrow \text{Área da fibra: } A_f = 12,27 \times 10^{-9} \text{ m}^2$

10 Raio do disco (125) de copolímero: $r_p = 7,5 \text{ mm} \Rightarrow$

Área do polímero: $A_p = 176,71 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Considerando uma variação do comprimento de onda da rede de cerca de 120 pm, quando se passa de uma solução com pH=3,0 para uma com pH=6,0, os seguintes dados são obtidos:

15 - Deformação sofrida pela fibra: $\epsilon \sim 100 \mu\epsilon$

- Tensão sobre a fibra:

$$\sigma_f = E_f \times \epsilon = 7,3 \times 10^8 \text{ N/m}^2$$

Para o sensor (200) é igualmente calculada a força exercida pelos discos (125) de hidrogel:

20 - Força do hidrogel sobre a fibra:

$$F_p = \sigma_f \times A_f = 7,3 \times 10^8 \text{ N/m}^2 \times 12,27 \times 10^{-9} \text{ m}^2 = 0,089 \text{ N}$$

Para uma viga com as seguintes dimensões:

Comprimento: $l = 21,5 \text{ mm}$

Largura: $b = 3 \text{ mm}$

25 Altura: $h = 0,1 \text{ mm}$

Calcula-se a tensão σ_{viga} e deformação ϵ_{viga} da viga (215) esperada no ponto de máxima deformação (ponto de engaste):

Linha neutra: $r = h/2$

$$\sigma_{viga} = (M \times r) / I$$

$$I = (b \times h^3)/12$$

$$M = F \times l$$

$$\sigma_{viga} = (6 \times F_p \times l)/(b \times h^2) = \underline{3,83 \times 10^8 \text{ N/m}^2}$$

$$\epsilon_{viga} = \sigma / E_{aço} = 3,83 \times 10^8 \text{ N/m}^2 / 210 \times 10^9 \text{ Pa} = 1822 \mu\epsilon$$

5 assim como no centro da viga (215):

$$l/2 = 10,75 \text{ mm}$$

$$\sigma_{viga} = (3 \times F_p \times l)/(b \times h^2) = 1,92 \times 10^8 \text{ N/m}^2$$

$$\epsilon_{viga} = \sigma_{viga} / E_{aço} = 911 \mu\epsilon$$

Os cálculos acima mostram que para uma fibra (121) contendo
 10 uma rede de Bragg (122) fixada no centro da viga (215), haverá uma
 variação de cerca de 1 nm no comprimento de onda da rede, o que é
 largamente suficiente para as finalidades do projeto de sensor
 desenvolvido.

Ainda uma outra modalidade da invenção trata de um sensor de
 15 pH geralmente designado pelo numeral (300) onde a fibra óptica (121)
 contendo a rede de Bragg (122) opera como transdutor mecânico (não
 representados).

A Figura 12 mostra uma vista externa do sensor (300) com um
 corpo (301), contendo guias (311) e uma base (320), assim como um
 20 disco móvel (321), que atua como um êmbolo.

A Figura 13 mostra um corte transversal do sensor de pH (300). A
 fibra óptica (não representada) é introduzida através de furações (322) e
 fixada com auxílio de qualquer dispositivo conhecido a dois discos de aço
 (320, 321). Um dos discos, com o numeral (320), compõe uma das
 25 extremidades ou base do sensor (300) e é solidário ao corpo (301) do
 sensor (300), e o disco (321) compõe a outra extremidade do sensor
 (300) e pode mover-se pela ação dos discos (125) de hidrogel, sendo
 que o movimento do disco móvel (321), que possui furações (323), é
 guiado ao longo de três guias (311) solidários ao corpo (301) do sensor

(300). Para minimizar o atrito no movimento ao longo dos guias (311), o disco (321) possui um revestimento, em geral de teflon, na região interna às furações (323) que ficam em contato com os guias (311).

A Figura 14 ilustra uma vista superior do disco (321).

- 5 A fibra óptica (121) é protegida de eventuais forças de cisalhamento utilizando-se um pequeno tubo (315) de aço através do qual a mesma é passada.

Analogamente às outras modalidades do sensor (100, 200), no sensor (300) os discos (125) de hidrogel são separados por telas de aço (126) e espaçadores (127) também em aço, formando os conjuntos (130) de discos de hidrogel. Para evitar atrito dos espaçadores de aço (127) com o tubo (315) de proteção da fibra (121), os mesmos são revestidos com material deslizante, em geral de teflon, na região de contato. Um cilindro (116) em tela de aço confina lateralmente os discos (125) de hidrogel.

Alternativamente, o sensor (300) apresenta configuração (não representada) semelhante à dos sensores (100,200) descritos acima, isto é, um corpo externo (301) incluindo compartimentos (117a, 117b) separados, contendo respectivamente os conjuntos (130) de unidades de discos de hidrogel e o transdutor mecânico (fibra óptica (121)).

A montagem dos sensores (200,300) é análoga àquela descrita para o sensor (100), obedecendo às variantes construtivas de cada modalidade.

Em todos as modalidades de sensor (100, 200, 300) de pH da invenção, é possível fazer passar a fibra (121) sobre a qual foi gravada uma FBG (122) ao longo do corpo do dito sensor de modo que seja possível conectar o mesmo em série a outros sensores de pH e/ou a sensores de outros parâmetros de interesse na indústria, como pressão, temperatura e vazão.

Como referido acima, o sensor da invenção não está limitado ao emprego de um único hidrogel com sensibilidade a uma faixa de pH. Assim, a invenção abrange configurações de sensor em que discos de diferentes hidrogéis sensíveis a diferentes faixas de pH são empilhados sucessivamente no mesmo corpo de sensor (110, 210, 301).

Ainda uma outra variante é a que compreende vários sensores em série, cada um contendo um hidrogel sensível a uma certa faixa de pH.

Ainda uma outra variante é a que compreende uma só fibra onde foi impressa mais de uma rede de Bragg.

Ainda, o presente sensor é capaz de trabalhar em série com sensores de pressão, temperatura e vazão de fundo de poço em multiplexação com outros sensores a fibra óptica.

Além disso, deve ficar claro para os especialistas que o presente sensor não somente é útil para medir pH em um poço de petróleo, mas também em dutos e equipamentos de difícil acesso, e em condições ambientes.

A descrição e as considerações explicitadas no presente relatório demonstram a extrema versatilidade do sensor da invenção, pois é capaz de cobrir uma ampla gama de pH de interesse industrial, além de ser adequado para multiplexação com outros sensores a fibra óptica em poços inteligentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sensor (100) de pH para medir pH de soluções aquosas utilizando uma fibra óptica, caracterizado por que compreende :
 - A) um corpo externo (101) geralmente cilíndrico, incluindo:
 - 5 a) uma parte central (110), que compreende:
 - i)um primeiro compartimento (117a) contendo um conjunto de unidades de discos (130) de um hidrogel sensível a pH, dito conjunto sendo contido por uma tela (116);
 - 10 ii)um segundo compartimento (117b) contendo um transdutor mecânico (123) para transmitir deformação a uma fibra óptica (121) contendo uma rede de Bragg (122) e delimitado por um disco móvel (118) entre dito primeiro (117a) e segundo (117b) compartimentos e um disco (119) para fixação de uma fibra óptica (121);
 - 15 b)Tampas (115a) e (115b) nas extremidades do corpo externo (101), e onde:

a variação do pH da solução em teste faz com que dito hidrogel sofra um processo de variação de volume hidrodinâmico, a deformação causada por essa variação de volume sendo transmitida à rede de

 - 20 Bragg (122) pelo transdutor mecânico (123) e alterando o comprimento de onda de Bragg, a alteração sendo medida pelas técnicas usuais de leitura de comprimento de onda.
2. Sensor (100) de pH de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que furações (120) através das partes centrais do disco (119) e do disco móvel (118) permitem a passagem e
 - 25 instalação da fibra óptica (121) contendo a rede de Bragg (122) gravada, no compartimento (117b).
3. Sensor de pH de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que a fibra óptica (121) trespassa a tampa (115a) do corpo (101).

4. Sensor (100) de pH de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que é montado de acordo com as seguintes etapas:
- a) rosquear a tampa (115b) na parte central (110);
 - 5 b) prover unidades de discos (130) de hidrogel sensível a pH e introduzir as mesmas no compartimento (117a);
 - c) prover uma fibra óptica (121) contendo uma rede de Bragg (122), introduzir a dita fibra (121) através das furações (120), de modo a fixar a fibra (121) no disco móvel (118);
 - 10 d) introduzir a fibra óptica (121) fixada ao disco móvel (118) no corpo central (110) e posicionada sobre as unidades de discos (130);
 - e) posicionar a mola (123) sobre o disco móvel (118), passando a fibra (121) através da dita mola (123);
 - f) passar a fibra óptica (121) através das furações (120) do disco
 - 15 (119);
 - g) rosquear a tampa (115a) no corpo central (110), de modo a comprimir a mola (123);
 - h) fixar a fibra óptica (121) no disco (119);
 - i) desrosquear a tampa (115a) de modo a deformar a fibra (121) e
 - 20 alterar o comprimento de onda λ_B da FBG (122) por um valor entre 100 pm e 5 nm; e
 - j) obter o sensor (100) montado e pronto para uso.
5. Sensor (200) de pH para medir o pH de soluções aquosas utilizando uma fibra óptica, caracterizado por que compreende:
- 25 A) um corpo externo (201) geralmente cilíndrico, incluindo:
 - a) uma parte central (210), que compreende um compartimento (117a) contendo um conjunto de unidades de discos (130) de um hidrogel sensível a pH, dito conjunto sendo contido por uma tela (116), e êmbolo (214);

b) um transdutor mecânico (215) tendo uma fibra óptica (121) fixada ao mesmo, a fibra (121) contendo uma rede de Bragg (122), dito transdutor (215) sendo fixado sobre uma tampa (213) por dispositivos de fixação (216, 217);

5 c) Tampas (115b) e (213) nas extremidades da parte central (210), e onde:

a variação do pH da solução em teste faz com que dito hidrogel sofra um processo de variação de volume hidrodinâmico, a deformação causada por essa variação de volume sendo transmitida à rede de Bragg (122) pelo transdutor mecânico (215) e alterando o comprimento de onda de Bragg, a alteração sendo medida pelas técnicas usuais de leitura de comprimento de onda.

10 6. Sensor (300) de pH para medir o pH de soluções aquosas utilizando uma fibra óptica, caracterizado por que compreende um corpo externo (301) geralmente cilíndrico, que inclui:

15 A. Um corpo externo (301) que inclui:

a) um disco (320) em uma extremidade, solidário ao dito corpo (301) enquanto um outro disco móvel (321) na extremidade oposta se movimenta pela ação do conjunto de unidades (130) de discos de hidrogel inseridos em um compartimento (117a) e contidos em uma tela (116), o movimento do dito disco (321) sendo guiado ao longo de guias (311) solidários ao corpo (301);

20 b) uma fibra óptica (121) contendo uma rede de Bragg (122), fixada aos discos (320, 321) e inserida em um tubo (315) de proteção, e onde

25 a variação do pH da solução em teste faz com que dito hidrogel sofra um processo de variação de volume hidrodinâmico, a deformação causada por essa variação de volume sendo transmitida à rede de Bragg (122) pela fibra óptica (121) e alterando

o comprimento de onda de Bragg, a alteração sendo medida pelas técnicas usuais de leitura de comprimento de onda.

- 5 7. Sensor (300) de pH de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por que a fibra óptica (121) trespassa ambos discos (320,321) do corpo externo (301).
8. Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 5 e 6, caracterizado por que compreende pelo menos dois conjuntos (130) de discos de hidrogel.
- 10 9. Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 5 e 6, caracterizado por que os conjuntos de unidades (130) incluem discos (125) de hidrogel separados entre si por discos (126) de telas de aço e separadores (127).
- 15 10. Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 5 e 6, caracterizado por que o hidrogel é sensível a pH entre 2,5 e 7,0.
11. Sensor (100,200,300) de pH de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por que dito hidrogel é um hidrogel de polímero PVA/PAA.
- 20 12. Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 5 e 6, caracterizado por que o hidrogel é sensível a pH desde em torno de 2,0 até cerca de 12,0.
13. Sensor (100) de pH de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o transdutor mecânico (123) é uma mola.
14. Sensor (200) de pH de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que o transdutor mecânico (215) é uma viga.
- 25 15. Sensor (300) de pH de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por que o transdutor mecânico é a fibra óptica (121).

- 16.Sensor (300) de pH de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por que a fibra (121) trespassa os discos (320,321) para conexão a outros sensores.
- 5 17.Sensor (300) de pH de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por que os outros sensores são sensores de pH.
- 18.Sensor (300) de pH de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por que os outros sensores são sensores de pressão, temperatura ou de vazão.
- 10 19.Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 5 e 6, caracterizado por que o hidrogel sensível a pH dos discos (125) é de um único tipo de hidrogel, sensível a uma faixa determinada de pH.
- 15 20.Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 6 e 7, caracterizado por que o hidrogel sensível a pH dos discos (125) compreende dois ou mais tipos de hidrogel, sensíveis a diferentes faixas de pH.
- 20 21.Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1,5 e 6, caracterizado por que é acoplado em série, cada sensor contendo um hidrogel sensível a uma certa faixa de pH, ditos sensores estando conectados a uma única fibra óptica.
- 22.Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 5 e 6, caracterizado por que é aplicado em poços inteligentes junto com outros sensores baseados em rede de Bragg em fibra óptica para medir pressão, temperatura e vazão de fundo de poço.
- 25 23.Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 5 e 6, caracterizado por que mede o pH em condições ambientes.
- 24.Sensor (100,200,300) de pH de acordo com as reivindicações 1, 5 e 6, caracterizado por que mede pH em dutos e equipamentos de difícil acesso.

RESUMO

SENSOR DE pH A FIBRA ÓPTICA

É descrito um sensor de pH (100, 200, 300) a fibra óptica onde um transdutor acopla mecanicamente uma rede de Bragg a um hidrogel sensível a pH, o sensor compreendendo uma parte central (110, 210, 301) onde são colocados a fibra óptica (121) contendo a rede de Bragg (122), o conjunto (130) de discos de hidrogel sensível a pH, e o transdutor mecânico que é uma mola (123) uma viga (215) ou ainda a própria fibra óptica (121), o transdutor mecânico garantindo a deformação sobre a rede de Bragg (122). A variação do volume hidrodinâmico do hidrogel resultante de uma variação do pH do meio introduz uma força suficiente para deformar a rede de Bragg. A medida da variação do pH é recuperada empregando as técnicas usuais de leitura de comprimentos de onda. O sensor de pH (100, 200, 300) da invenção é útil na avaliação indireta, no controle e na monitoração da corrosão em poços de petróleo e é adequado para multiplexação com outros sensores a fibra óptica que medem o mesmo parâmetro ou parâmetros diferentes.

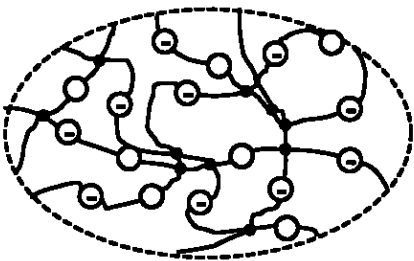


FIG. 1A

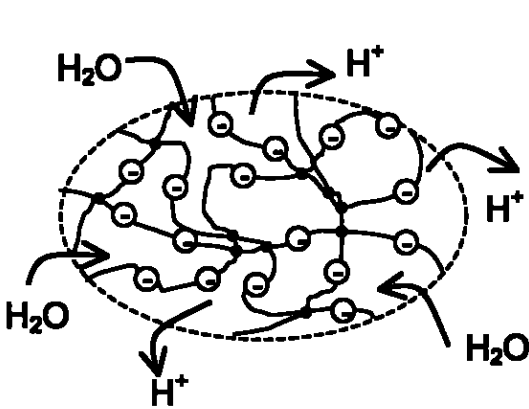
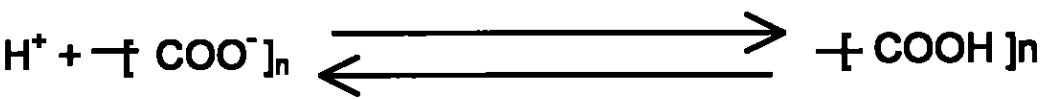


FIG. 1B

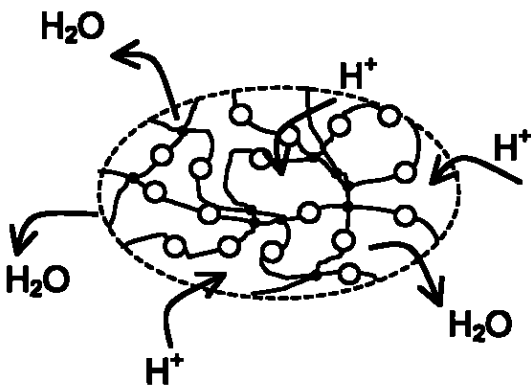


FIG. 1C

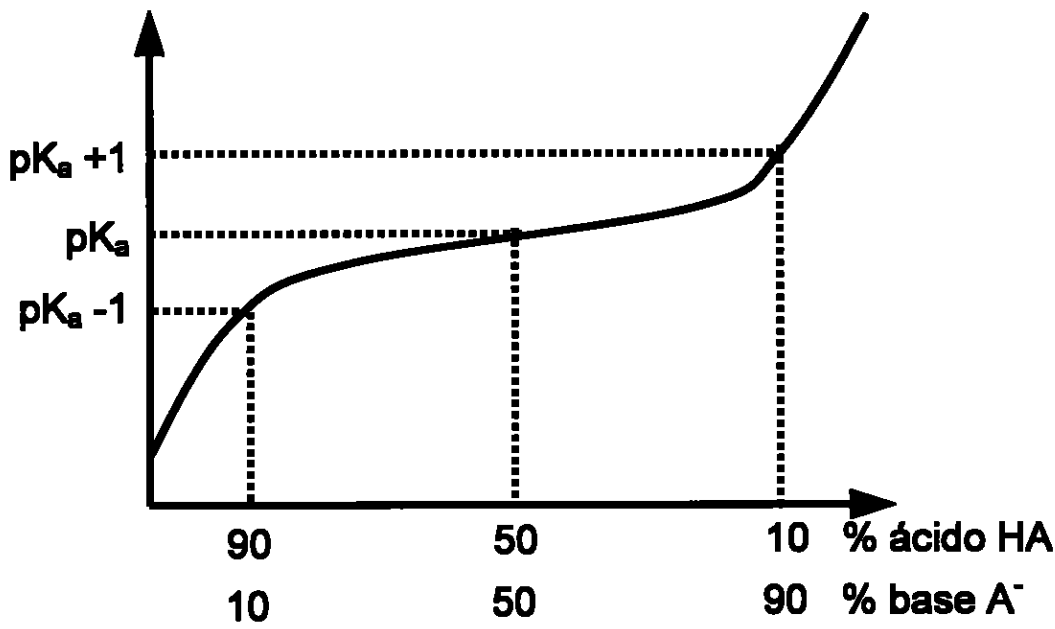


FIG. 2

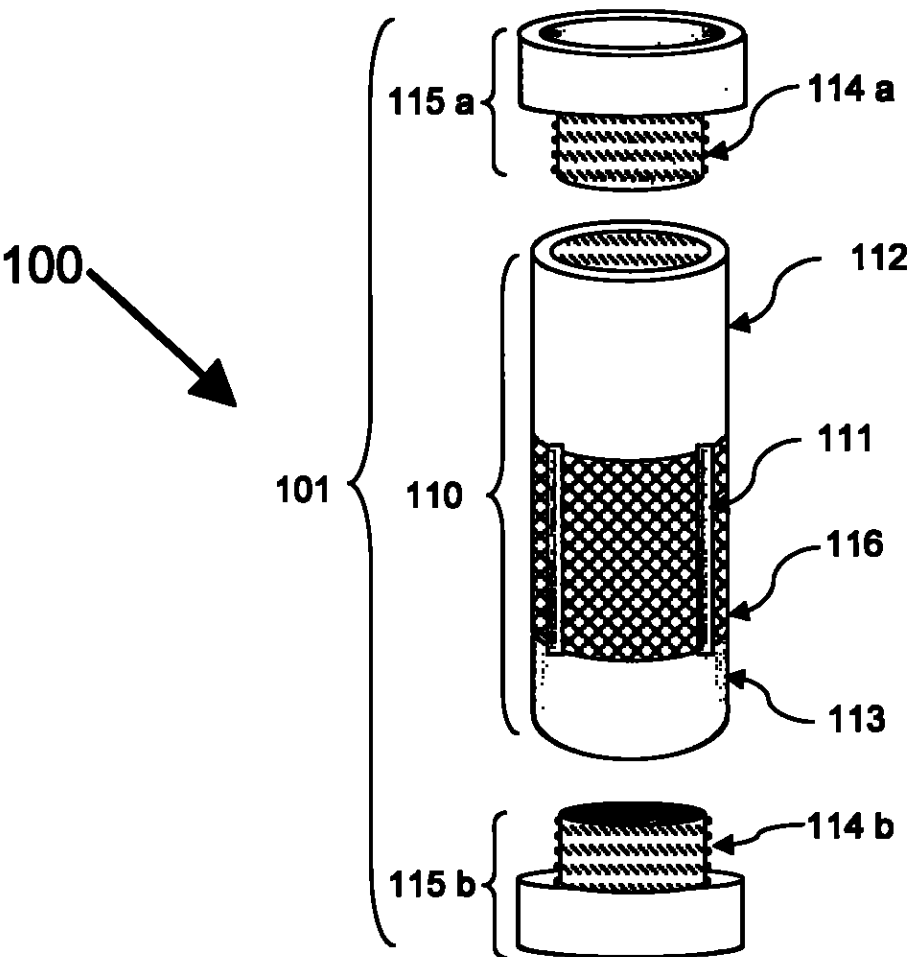


FIG. 3

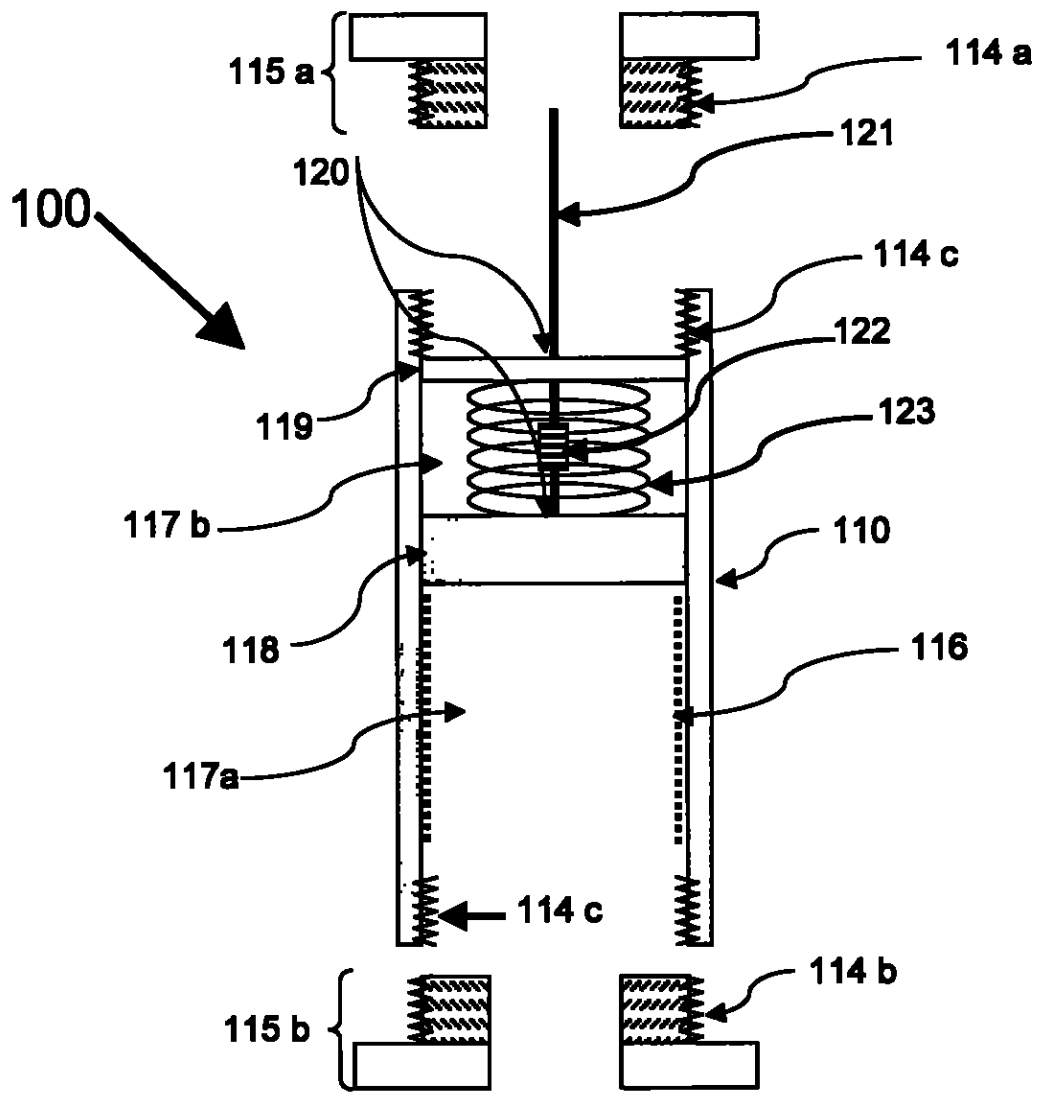


FIG. 4A

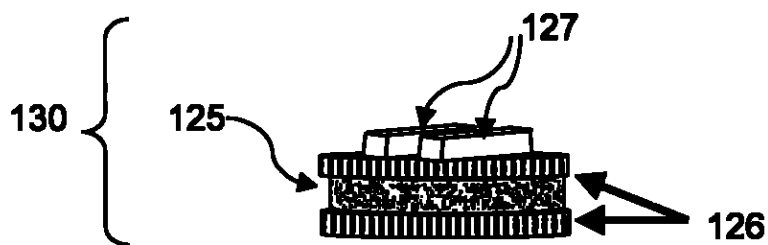


FIG. 4B

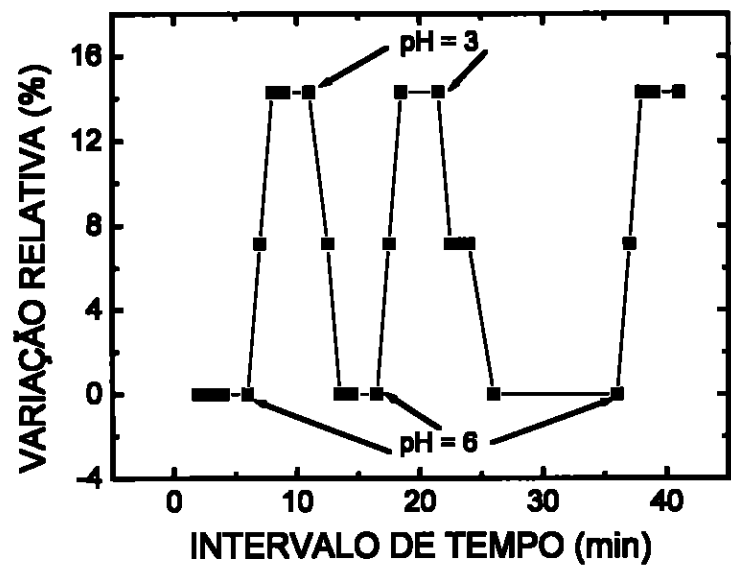


FIG. 5

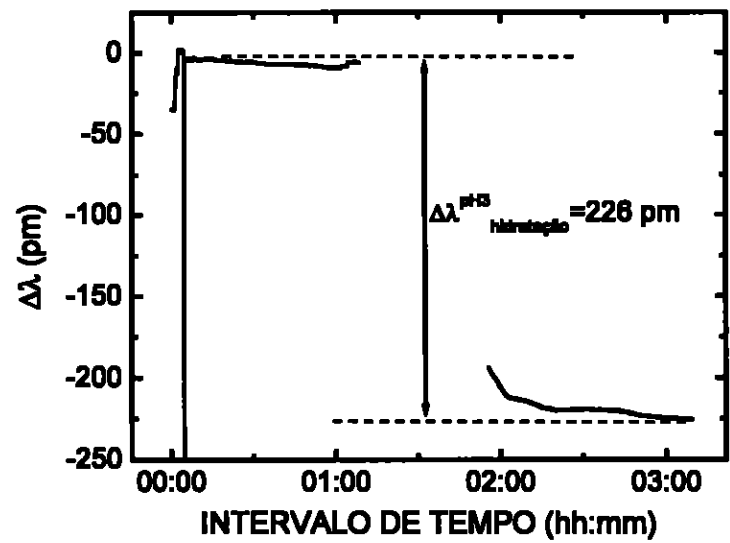


FIG. 6

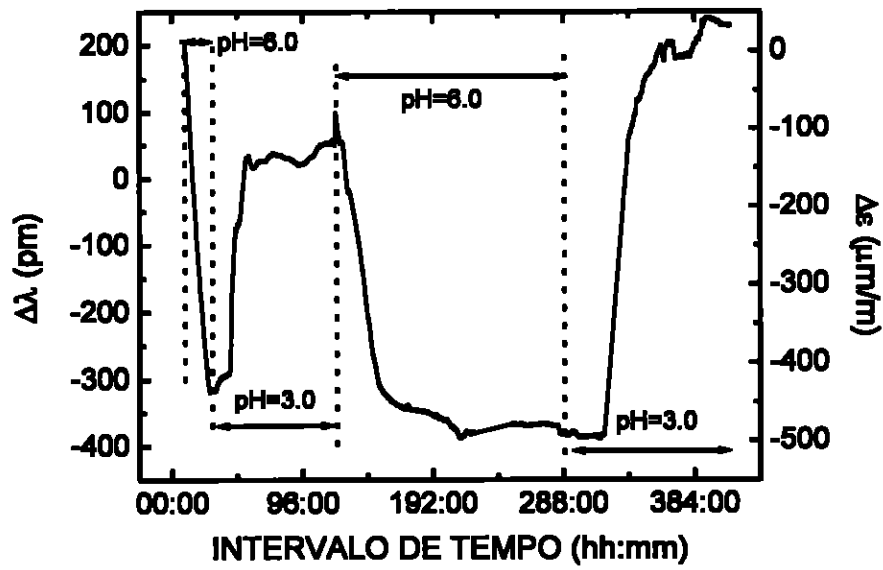


FIG. 7

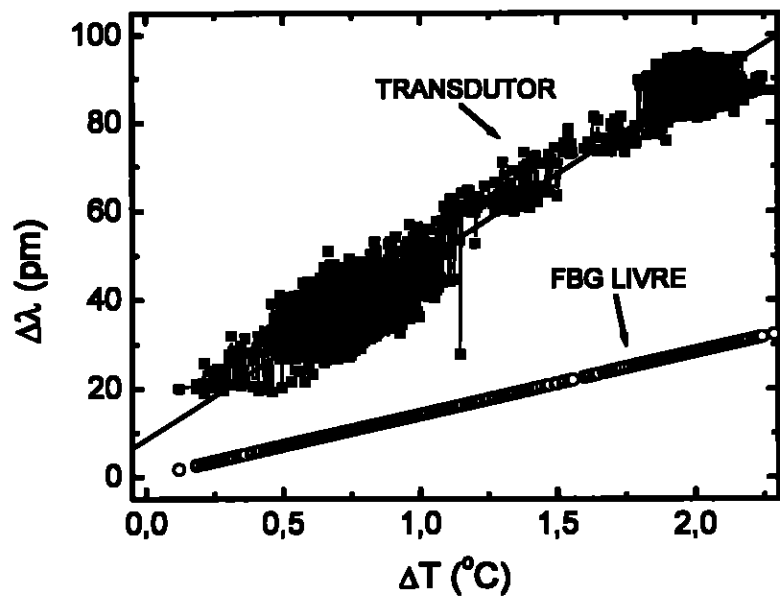
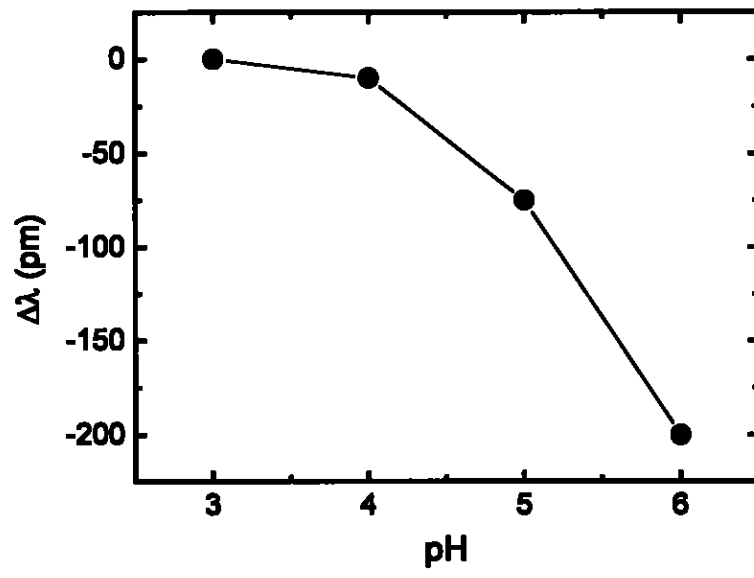


FIG. 8**FIG. 9**

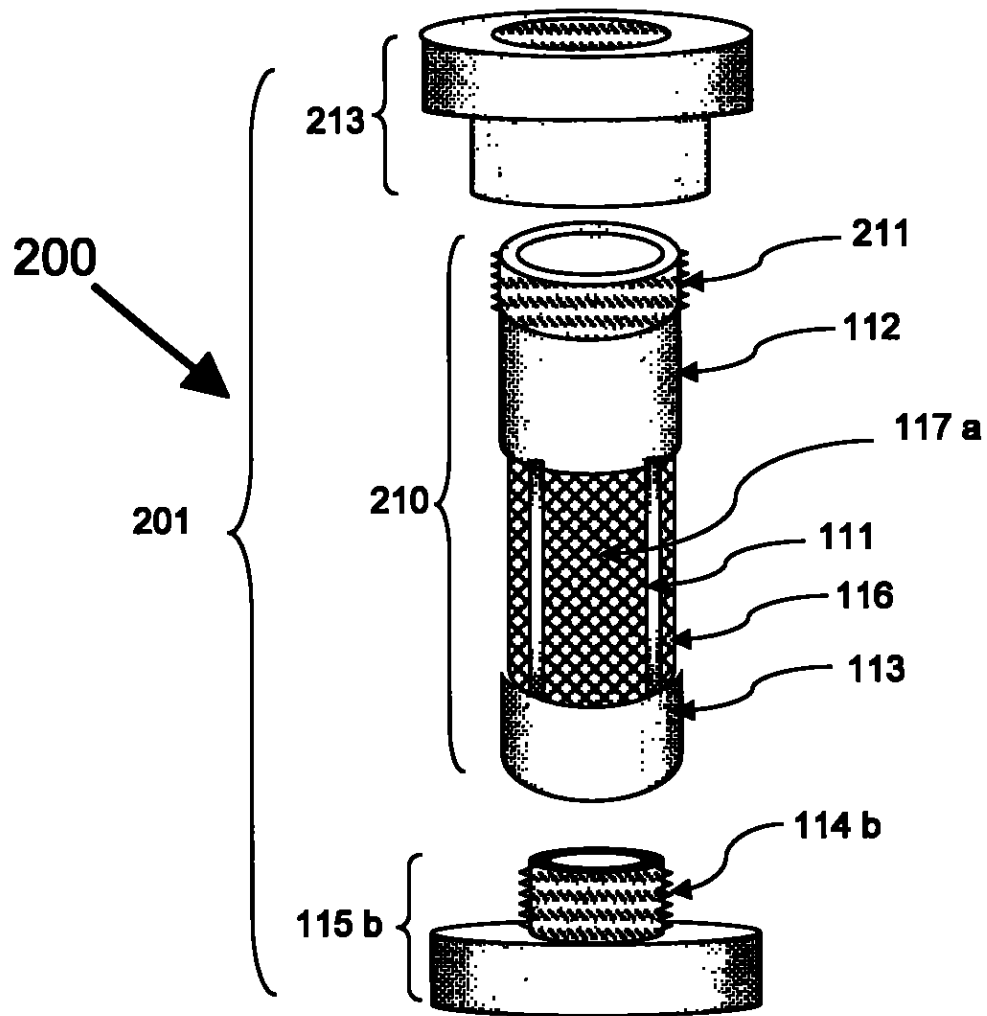


FIG. 10A

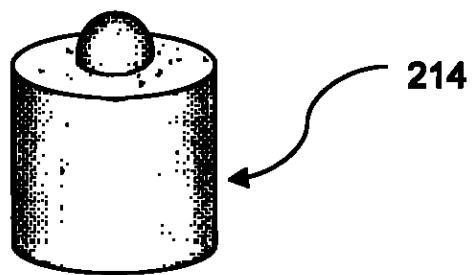


FIG. 10B

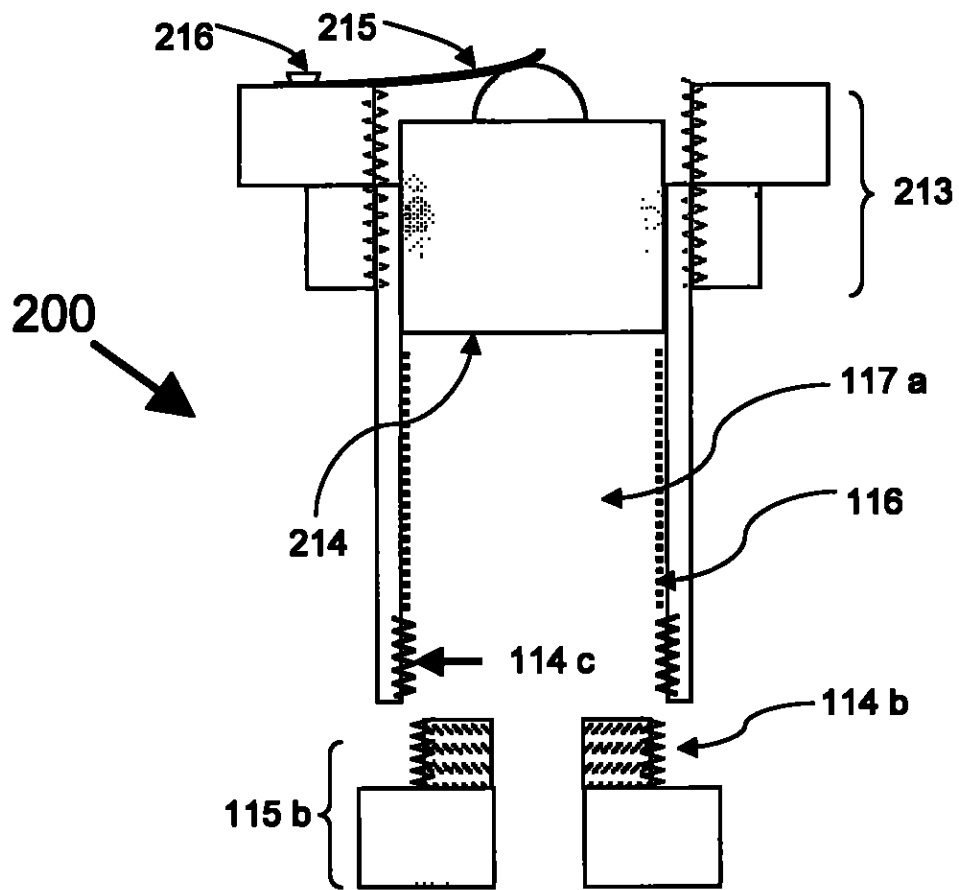


FIG. 11A

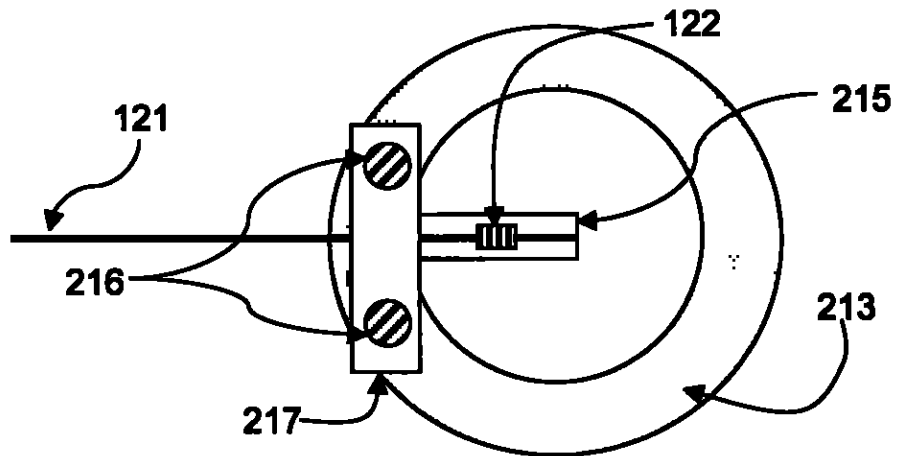
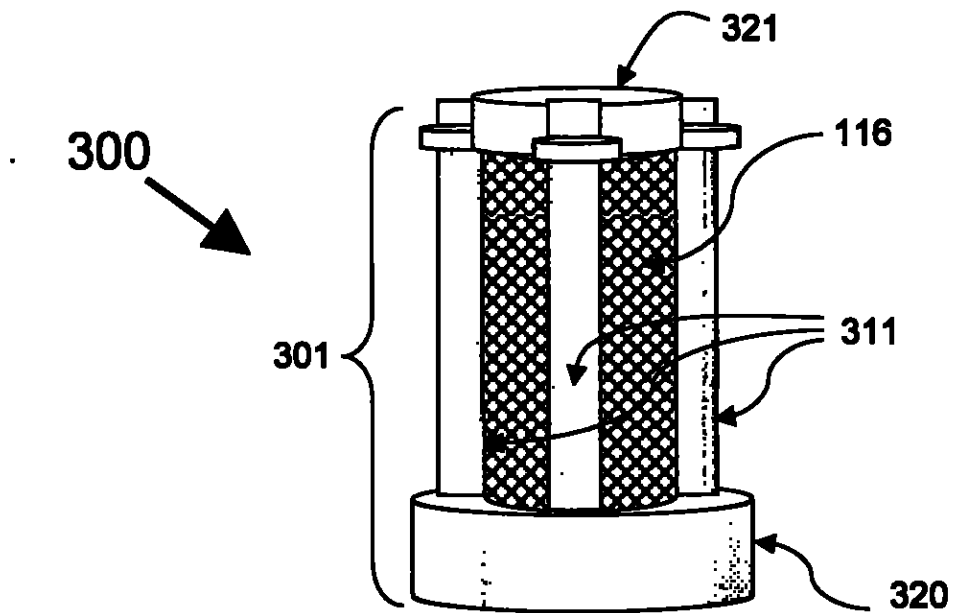


FIG. 11B

**FIG. 12**

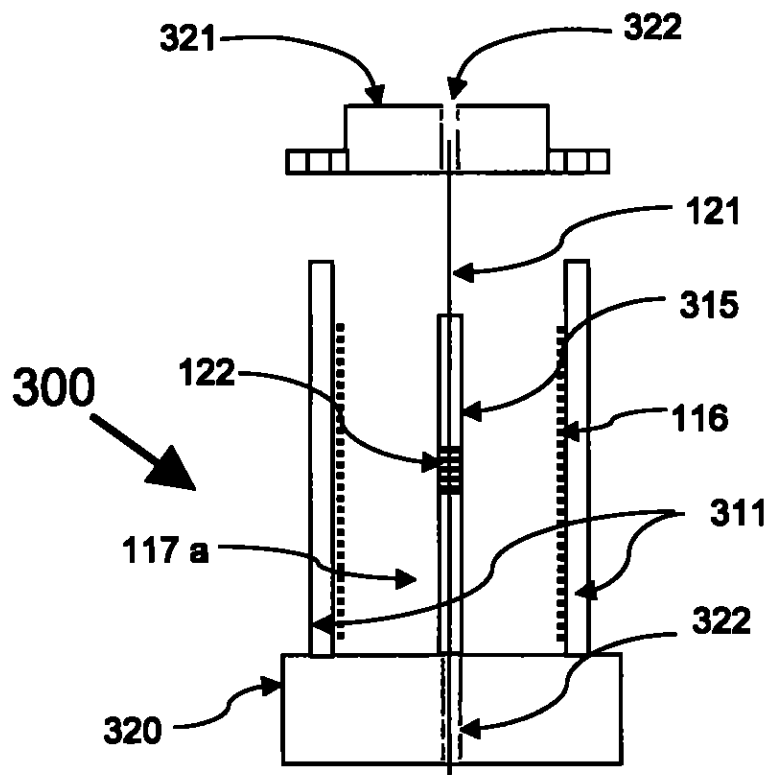


FIG. 13

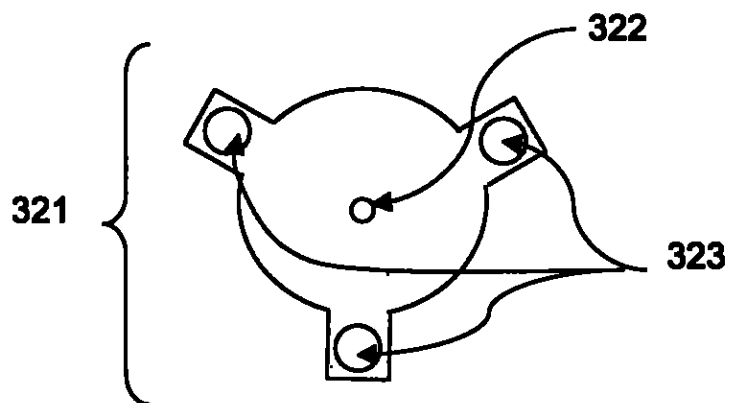


FIG. 14

10

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Radicacion : 85052827 00000000 Folios: 51
Fecha (AMD): 2005-25-31 17:25:14
Tramite : 0/2 PATENTES D 1 REGISTRO/ 411 PRESENTA
Dependencia: 2/20 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 05 - 35.863
FECHA : MAYO 16 DE 2005

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	40116714	16/05/2005	39,471,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	82 INVOCACION DE UNA PRIORIDAD EN NU	124,000.00
		TOTAL :	\$ 124,000.00

SON: CIENTO VEINTICUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

Colo 00795-801-023-8

51
12

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Radicación : 05052607 00000000
Fecha (AND): 2005-05-31 17:25:14
Tramite : 002 PATENTES D REGISTRO/ 411 PRESENTA
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
Folios: 51

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 05 - 35.938
FECHA : MAYO 16 DE 2005

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	40116714	16/05/2005	39,471,000.00

***** C O N C E P T O *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	443,000.00
		TOTAL :	\$ 443,000.00

SON: CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. 000 00795-801-023-8

REQUISITOS NECESARIOS PARA PRESENTACION Y AGILIZACION DEL TRAMITE

PATENTE DE INVENCION

MODELO DE UTILIDAD

USUARIO RADICADOR

- Indicación de que se solicita la concesión de una patente.
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que se presenta la solicitud.
- Descripción de la invención.
- Dibujos de ser estos pertinentes.
- Comprobante de Pago de las tasas establecidas.

() ()
() ()
() ()
() ()

COMPLETA ()

INCOMPLETA () ()

DISEÑO INDUSTRIAL ()

- Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud.
- Representación gráfica o fotográfica del Diseño Industrial o muestra del Material que incorpora el diseño.
- Comprobante de pago de las tasas establecidas

() ()
() ()
() ()
() ()

COMPLETA ()

INCOMPLETA () ()

ESQUEMA DE TRAZADO ()

- Indicación de que solicita el registro de un Esquema de trazado.
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta La solicitud.
- Representación gráfica del esquema de trazado
- Comprobante de pago de las tasas establecidas.

() ()
() ()
() ()
() ()

COMPLETA ()

INCOMPLETA () ()

Firma Responsable:

Fecha:

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radicación: 35353827 00000000 Folios: 51
Fecha (AG): 2005-05-03 17:25:14
Trámite: QUE PATENTES E INVENTOS SE REGISTRAN/ ALL PRESENTA
Dependencia: CULO DE TRAMITE DE NUEVAS CREACIONES

2020
Bogotá, D. C.

Doctor(a)
EMILIO FERRERO
Apoderado(a)

Oficio No.

13042

REFERENCIA: Radicación 05 - 52807
Trámite 002
Evento 001
Actuación 430
Folios 001

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica que:

- Debe presentar la solicitud en idioma español para tramitarse como solicitud colombiana.
- Allegar copia del documento en que conste la cesión del derecho a la patente otorgado por los inventores al solicitante o a su causante. (art. 26-k, Dec 486/2000).
- De la figura característica enviar arte final en tamaño 12 x 12 por duplicado.
- Para efectos de la publicación en la gaceta se recomienda allegar el extracto para la publicación.

En cumplimiento del artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos (2) meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Unica No.10 de 2001.


ALIX CESPÉDES DE VERGEL
Jefe de la División de Nuevas Creaciones

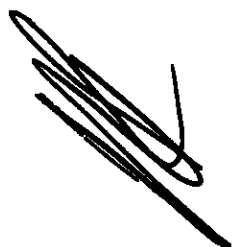
El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha 23 JUN. 2005

Se recuerda al interesado que debe presentar, dentro de los dieciséis meses siguientes contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud cuya(s) prioridad(es) se invocan, copia de la(s) misma(s) certificada(s) por la(s) autoridad(es) que la(s) expidió(eron) y, en el(los) caso(s) en que haya lugar, la(s) traducción(es) simple(s) del(los) capitulo(s) reivindicatorio(s). El incumplimiento de este plazo, acarreará la pérdida de la prioridad invocada.

202027

Al contestar favor indique el número de radicación consignado en el sticker

Señal Centro: Carrera 13 No. 27-00 Pisos 2, 5, 7 y 10
Commutador: 3 820840 Fax: 3 505220
Señal CAN: Tr. 40A No. 38-50 3153265 al 69
Fax: 3 505220. Línea 9800-910 165
Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co
Bogotá D.C. - Colombia



23 JUN 2008