

CAVELIER

ABOGADOS

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

EDIFICIO SISKI
CARRERA 4 No. 1
BOGOTÁ 8, COL

Teléfono: (57-1) 347 3611
Telefax: (57-1) 211 9650

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Señora Jefe de la
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.



No. 05-052807- -00008-0000

Fecha: 2009-02-16 16:46:12 Dep: 2020 NULCREACION
Tra: 2 PATENTLS Eve: 1 RLGDEPOSITO
Act: 444 RESPUESTAREQULE Folios: 42

Tramite : 001
Evento : 002
Actuación : 444

Referencia : Expediente No. 05052807
Asunto : SOLICITUD DE PATENTE PARA:
"SENSOR DE PH A FIBRA ÓPTICA"
Solicitante : PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS
Clase : H01J 005/000
Fecha de solicitud : Mayo 31 de 2005

1. Yo, Emilio FERRERO, obrando como apoderado del solicitante en el asunto antes identificado, me refiero al Oficio No. 12713 notificado por fijación en lista del 9 de Octubre de 2008.

2. Mediante el Oficio No. 12713 se puso en conocimiento del solicitante el informe del examen de fondo que contiene las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente. Por medio del memorial radicado el 6 de Enero de 2009 solicité plazo de treinta (30) días para atender el oficio No. 12713. Al respecto, atiendo a las observaciones de la manera siguiente:

3. Claridad del título, capítulo reivindicatorio y descriptivo:

3.1 En relación a la objeción realizada al título de la presente solicitud, el mismo ha sido cambiado por "SENSOR DE PH A FIBRA ÓPTICA" de acuerdo a la sugerencia recibida por su Despacho.

3.2 Con el fin de atender las observaciones realizadas en cuanto a la claridad del capítulo descriptivo, reivindicatorio y el juego de dibujos y de conformidad con lo establecido en el artículo 34 de la Decisión 486, se presentan nuevos capítulos reivindicatorio y descriptivo y un

nuevo juego de dibujos como sustitutos de los anteriormente presentados, en los cuales se corrigieron los errores de traducción y se tuvieron en cuenta las objeciones hechas por su Despacho, realizando los siguientes cambios:

3.2.1 Con relación a las explicaciones relativas al uso o efectos de este de las reivindicaciones 1, 5 y 6, por favor note que las expresiones objetadas fueron borradas del nuevo pliego reivindicatorio.

3.2.2 Se redacta una nueva y única reivindicación independiente la cual define el sensor de pH por medio de sus elementos y principales características quedando como dependientes y modalidades preferentes las anteriores reivindicaciones independientes 1, 5 y 6. Lo anterior con el fin de establecer una sola reivindicación independiente y evitar una dependencia múltiple en el nuevo capítulo reivindicatorio.

3.2.3 Por último se borran las anteriores reivindicaciones 4 y 22 a 24 para superar las objeciones realizadas por su Despacho con respecto a la redacción de las mismas.

4. NOVEDAD Y NIVEL INVENTIVO

Ese Despacho afirma que los documentos D1 (US2002/0041724), D2 (US2004/0022475) y D3 (US5015843) afectan la novedad y nivel inventivo de la presente invención, con lo cual estamos en desacuerdo pues la presente invención esta dirigida a un sensor que comprende un elemento sensible al pH ubicado en un conjunto de discos de hidrogel, el cual ofrece un área superficial alta conduciendo a niveles más altos y rápidos de la tasa de hidratación (superficie efectiva de hidratación) requerida para la sensibilidad del pH y tiempo de respuesta del inventivo sensor de pH.

Por su parte, el documento D1 enseña un detector a fibra óptica que es estructuralmente diferente al sensor de pH a fibra óptica que se presenta en la solicitud de mi representada. Por ejemplo, en el párrafo [0108] con relación a la figura 4, el elemento de percepción 8 se describe por estar en forma de un pistón en bloque sólido de un material reactivo montado en una carcasa cilíndrica 16. Además, en los párrafos [0030-0032] de D1 se describen elementos de percepción, un bloque de material sólido o semi-sólido, sometidos a un cambio volumétrico, y en el párrafo [0007] se puede ver que el alcance de D1 es un detector que incluye al menos un

elemento de percepción (general), el cual lleva a cabo un cambio volumétrico en respuesta a los parámetros de presión del cuerpo, presión diferencial, radiación, flujo de fluido, temperatura y parámetros biológicos.

Por lo anterior, las diferencias del elemento de percepción 8 de D1 con respecto al sensor de la presente invención radican en que el elemento descrito en D1 es un pistón en bloque sólido y no un conjunto de discos de hidrogel sensible al pH como se presenta en el nuevo capítulo reivindicatorio de la solicitud en referencia pues en cada una de las modalidades preferidas, el resorte o pistón (disco movable) trabaja como un transductor mecánico responsable de amplificar la sensibilidad del sensor de pH. Por lo tanto, el mecanismo descrito difiere totalmente del pistón que se encuentra descrito en el párrafo [0123] de D1, basado en la deformación longitudinal de la fibra, directamente.

En consecuencia, el documento D1 no contiene todas y cada una de las características presentadas en la presente invención y por lo tanto es novedosa en vista del documento D1.

Con respecto al documento D2, este enseña un biosensor que comprende una guía de onda y un recubrimiento situado sobre dicha guía; el recubrimiento tiene un índice de refracción que realiza la sensibilidad del biosensor a un parámetro físico o químico.

Como es bien conocido, una guía de onda es una estructura que guía ondas, tales como ondas electromagnéticas o de sonido. Los que se utilizan en las frecuencias ópticas suelen ser guías de ondas dieléctricas, estructuras en las cuales un material dieléctrico con alta permitividad, en consecuencia, con alto índice de refracción está rodeado por un material con baja permitividad. La estructura guía ondas ópticas por la reflexión total interna. La guía de ondas ópticas más común es la fibra óptica, aunque otros tipos de guía de ondas ópticas también pueden ser usadas, incluyendo fibra de cristal fotónico que guía ondas por medio de cualquier mecanismo diferente.

El párrafo [0020] de D2 dice que cualquier guía de onda conocida puede ser utilizada en la invención, incluyendo las guías de onda de fibra óptica y preferiblemente guías de onda de fibra óptica con un largo periodo dispuesto en ellas.

Por lo anterior, es claro que lo que se encuentra enseñado en D2 es completamente diferente del elemento de percepción de pH dispuesto en un conjunto de discos de hidrogel, en donde un cambio de volumen es suficiente para impartir una tensión en la red de Bragg, como reivindica la invención que se tramita en el expediente de la referencia.

Por último, el documento D3 describe sensores químicos para detectar la presencia de especies químicas en solución basados en la hinchazón del polímero que se determina indirectamente al medir la luz reflejada desde un reflector fijado de forma directa o indirecta al polímero. Al hacer los sensores, un gránulo de polímero es fijado en posición relativa a la carcasa. El volumen del elemento detector polimérico varía en respuesta a la cantidad de analito en la muestra, y se conecta mecánicamente al miembro reflector y al medio de transmisión de luz de tal forma que la posición del miembro reflectivo relativa al medio de transmisión de la luz depende del volumen del elemento detector.

Por lo tanto, en ninguna parte del documento D3 se menciona un elemento sensible al pH ubicado en un conjunto de discos de hidrogel tal y como se reivindica en la presente invención en donde a mayor contacto de área de los discos de hidrogel con la solución reduce el tiempo de respuesta del sensor de pH; discos con diferentes hidrogeles sensibles a diferentes rangos de pH pueden ser empaquetados sucesivamente en el mismo cuerpo del sensor.

Con lo anterior, es claro que ni D2 o D3 solos o combinados se pueden anticipar a las enseñanzas de la presente invención.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y con la modificación realizada al capítulo reivindicatorio, las objeciones por novedad y nivel inventivo que hizo su Despacho quedan subsanadas, ya que al realizar una comparación elemento por elemento de la invención con las anterioridades citadas (D1, D2 y D3), se puede concluir que las mismas no contienen todas las características técnicas reivindicadas en la presente solicitud.

5. Conclusión:

Teniendo en cuenta las modificaciones efectuadas en el juego de dibujos, en el pliego reivindicatorio y en la descripción, se puede concluir que la presente invención sí cumple con el requisito de claridad establecido en los artículos 28 y 30 de la Decisión 486.

Por otro lado, gracias a los argumentos mencionados a favor de la novedad y nivel inventivo de la presente solicitud, queda claro que los documentos citados por su Despacho no son anterioridades validas para que se afecten dichos requisitos.

Puesto que se han atendido a cabalidad las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente, respetuosamente solicito se continúe con su tramitación.

6. Anexos:

- Nuevo pliego reivindicatorio, conformado por veintiuna (21) reivindicaciones.
- Nuevo capítulo descriptivo.
- Nuevo juego de figuras conformado por 14 figuras.
- Formulario para modificaciones.
- Recibo por concepto de modificaciones en solicitud pendiente.

Bogotá,

Señora Jefe,


EMILIO FERRERO
T.P.A. No. 31.929

COLO-00795-801-023-8
LMA\LMA\ID-143712\WPCL0795
No. M-2009-143712\LMA

Espacio reservado para el adhesivo de radicación

FORMULARIO UNICO DE CORRECCIONES Y MODIFICACIONES

1	SOLICITUD DE: ☐ Corrección de Error Material ☒ Modificación a una solicitud	
2 SOLICITANTE	Nombre: PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS Sociedad constituida y existente bajo las leyes de Brasil. Dirección: República do Chile, nº 65, Río de Janeiro, Brasil Domicilio: Río de Janeiro, Brasil Teléfono: 546 09 70 Fax: 249 40 70 E-mail: clientes@cavelier.com	IDENTIFICACION C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Número: _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: Emilio FERRERO Dirección: Carrera 4ª No. 72-35 Teléfono: 347 36 11 Fax: 217 92 11 E-mail: cavelier@cavelier.com	IDENTIFICACION C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Número: 438.019 TP 31.929
4	Número de expediente: <u>05.052.807</u>	
5	Descripción de la corrección o modificación solicitada: Presento nuevos capitulos descriptivo y reivindicatorio compuesto por 21 reivindicaciones, y nuevo set de 14 gráficas con el fin de superar las objeciones hechas por Su Despacho a la presente solicitud de patente y pido respetuosamente que el examen de patentabilidad sea realizado sobre estas nuevas reivindicaciones presentadas. Asi mismo presento nuevo título el cual ha quedado como sigue: "SENSOR DE PH A FIBRA ÓPTICA" .	
6	Comprobante de pago No. <u>09-8.139</u> Fecha: <u>2 de febrero de 2009</u>	
7	Anexos ☒ Comprobante de pago de la tasa por \$111.000, por concepto de modificaciones. ☐ Poderes, si fuere el caso ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal de las partes, cuando sean personas jurídicas.	
8	NOMBRE: EMILIO FERRERO FIRMA:  C.C. 438.019 de Usaquén T.P.A. 31.929	

SENSOR DE PH A FIBRA ÓPTICA

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se relaciona con un sensor de pH a fibra óptica diseñado para medir el pH de soluciones acuosas, donde un transductor acopla mecánicamente una red Bragg a un hidrogel sensible al pH, más específicamente, a un sensor de pH donde el cambio del volumen hidrodinámico del hidrogel que resulta de un cambio en el pH en el medio origina una fuerza que es suficientemente grande para deformar la red Bragg, la
10 medición del pH se recupera a través de las técnicas usuales para medición de longitud de onda.

INFORMACIÓN ANTECEDENTE

15 Una Red Bragg de Fibra o FBG (~~Fiber Bragg Grating~~) es un componente óptico pasivo obtenido al imprimir una modulación local, longitudinal y periódica del índice de refracción del núcleo de la fibra óptica. En vista del cambio local del índice de refracción, cualquier luz que se propague a lo largo del núcleo de la fibra sufre la reflexión parcial en cada una de las capas de la red. Como una consecuencia de la periodicidad de la
20 modulación del índice, ocurre la interferencia constructiva de la luz reflejada para los vectores de la onda que cumplan con la condición Bragg $\lambda_B = 2n\Lambda$, donde λ_B es la longitud de onda en el pico del espectro de luz reflejada, o la longitud de onda Bragg, Λ es la periodicidad espacial de la red, y n es el índice de refracción del núcleo. Esto implica que una porción del espectro incidente no se transmite, por el contrario, se refleja por la red
25 Bragg.

En razón a que la longitud de onda reflejada por la red Bragg es una función de n y Λ , los cambios en la temperatura, ΔT , o en la deformación a la que se somete la red, $\Delta \epsilon$, originan cambios significativos en estos parámetros, esto conduce a cambios en la
30 longitud de onda Bragg que se pueden establecer como $\Delta \lambda = \lambda_B(\alpha \Delta T + \beta \Delta \epsilon)$.

Los sensores de la red Bragg se emplean para la medición de varios parámetros físicos y químicos. Los mecanismos empleados en la detección en la red Bragg se basan usualmente en la transferencia a la fibra de una deformación, cuyo origen puede ser una
35 estructura elástica tal como un resorte o un diafragma. El principio de operación de los sensores FBG consiste de monitorear los cambios en la longitud de onda Bragg, $\Delta \lambda$, y de correlacionarlos con los cambios en el valor de medición.

Se puede obtener una buena resolución de medición de acuerdo con el instrumento de medición de la longitud de onda. Si se emplea un sistema de medición de la longitud de onda que suministra una incertidumbre de ± 1 pm, la técnica FBG puede suministrar resoluciones tan altas como décimas de grados Celsius y pocos $\mu\text{m/m}$ para cambios de temperatura y deformación, respectivamente.

Los hidrogeles se hacen de una combinación de una cadena polimérica sólida reticulada y una solución acuosa vecina. Cuando quiera que se estimule por ejemplo por cambios en la temperatura, los campos eléctricos y magnéticos y el pH del medio, estos materiales pueden sufrir un cambio pronunciado y reversible en su volumen hidrodinámico. Los procesos responsables por los cambios del volumen hidrodinámico son dirigidos por las interacciones entre la red polimérica y la solución acuosa. En los geles sensibles al pH, la cantidad del cambio de volumen hidrodinámico se maneja por el equilibrio entre la fuerza de restablecimiento suministrada por las reticulaciones y la fuerza osmótica originada por la difusión de las especies iónicas. Se han predicho y observado experimentalmente valores altos del módulo de Young para varios hidrogeles, y se ha construido una variedad de accionadores químicos-mecánicos. A este respecto, ver los artículos de 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 Intelligent 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); y Kato, N., Takizawa, Y., Takahashi, F., "Magnetically Driven Chemomechanical Device with Poly(N-Isopropylacrylamide) Hydrogel Containing Gamma- Fe_2O_3 ", Journal of Intelligent Material Systems and Structures 8, 588 (1997).

En los polímeros iónicos, la repulsión electroestática entre cargas similares puede incrementar considerablemente las fuerzas de hinchamiento. La cantidad de repulsión depende del número de cargas y de la concentración de los contra iones presentes en el polímero. El incremento en la concentración del contra ión origina un incremento del blindaje de la carga, lo cual resulta en la reducción de las fuerzas de repulsión. Este fenómeno también se puede prever como un efecto de la presión osmótica. La concentración de las cargas eléctricas dentro del polímero reticulado es mayor que en el disolvente. Por lo tanto, el disolvente ingresa al polímero en un intento por equilibrar la presión osmótica dentro y fuera del polímero.

Para información de los antecedentes sobre los hidrogeles sensibles al pH ver los artículos de S. K. De et al., "Equilibrium Swelling and Kinetics of pH-responsive Hydrogels:

Models, Experiments, and Simulations", Journal of Microelectromechanical Systems, 11, 544 (2002) and "A chemo-electro-mechanical mathematical model for simulation of pH sensitive hydrogels", Mechanics of Materials 36, 395 (2004); H. Li, T. Y. Ng, Y. K. Yew, K. Y. Lam, "Modeling and simulation of the swelling behavior of pH-stimulus-responsive hydrogels", Biomacromolecules 6, 109 (2005); 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 Fiber: Preparation and pH-sensitive Properties in Electrolyte Solution", European Polymer Journal 38, 1653 (2002); y 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).

La Patente U.S. No. 5,015,843 enseña un sensor químico que puede detectar la presencia de unas especies químicas en una solución con base en el hinchamiento de un polímero luego de la reacción con las especies químicas. El hinchamiento del polímero se determina de manera indirecta al medir la luz reflejada de un reflector directamente o indirectamente unido al polímero. De esta manera, un incremento o reducción en el tamaño del polímero cambia la distancia entre el reflector y una fuente de luz. Las mediciones de la intensidad de la luz reflejada por reflector indica la cantidad de hinchamiento o encogimiento del polímero en respuesta a las especies químicas. Sin embargo, esta patente U.S. no tiene por objeto medir el pH ni hace uso de una red Bragg de fibra como en la presente invención.

En procesos químicos el pH es el parámetro químico más ampliamente utilizado y suministra información sobre la concentración de los iones hidrógeno e hidroxilo en una solución acuosa. El pH mide la actividad iónica de los iones hidrógeno en solución. La concentración y la actividad iónica están relacionadas, y son iguales para las soluciones iónicas para las cuales la disolución se puede considerar como infinita.

Las mediciones de pH del estado de la técnica incluyen indicadores de pH que utilizan tintes, cuyo color es dependiente del pH y el electrodo para pH, cuyo principio de trabajo es la celda electro-química. Las técnicas no convencionales incluyen la ISFET (Transistor de Efecto de Campo Selectivo de Iones) y los sensores ópticos. En un sensor óptico, la medición del pH se lleva a cabo mediante la modulación de la intensidad de la luz a través de la absorción, reflexión o fluorescencia de los cromóforos sensibles al ión hidrógeno.

De otra parte, aún no se han resuelto ciertos inconvenientes en la detección de la corrosión metálica en equipos e instalaciones de difícil acceso en varios campos industriales.

5

Los sensores para evaluar la corrosión se basan normalmente en cuerpos de sacrificio o en el monitoreo de la reacción catódica que ocurre de manera concomitante con el proceso de oxidación y la reducción de la corrosión.

10

En la industria petrolera, la corrosión metálica puede originar la falla prematura de los equipos así como también de los escapes de petróleo, que conducen a riesgos de seguridad tanto humanos como ambientales y a operaciones de mantenimiento costosas. El conocimiento dinámico en tiempo real de las condiciones que generan la corrosión metálica puede ser una herramienta muy preciosa para la prevención y el control de sus consecuencias.

15

Muchas de las investigaciones sobre la corrosión metálica aplicada a la industria petrolera se enfocan en la determinación de la corrosividad del medio para la evaluación de las velocidades de corrosión del material. La velocidad de corrosión de la mayoría de los metales se afecta por el pH. En general, el efecto del pH sobre la velocidad de corrosión sigue tres estándares. De acuerdo con el primero de estos estándares aplicable a metales que son solubles en ácido, tal como el hierro, la velocidad de corrosión es bastante alta para un $\text{pH} < 4$, mientras que para $4 < \text{pH} < 10$, ésta depende de la concentración de los oxidantes. El segundo estándar aplica a metales tales como aluminio y zinc, cuya velocidad de corrosión es alta para un $\text{pH} < 4$ y un $\text{pH} > 8$. Finalmente, los metales nobles, tales como el oro y el platino, no se afectan por el pH.

20

25

Las correlaciones utilizadas para estimar el pH en los ambientes sub-superficiales, con base en las mediciones llevadas a cabo en la superficie, parecen ser bastante imprecisas. Un sensor que se podría instalar en el fondo de los pozos y en otros sitios del sistema de producción petrolero constituiría una herramienta útil para revisar las correlaciones y ayudaría a la selección de los materiales más adecuados que se van a utilizar en el equipo y las tuberías.

30

35

La posibilidad de monitorear, continua y permanentemente, los parámetros en el fondo del pozo tal como la temperatura (T), presión (P) y la velocidad de flujo en los pozos petroleros es el origen de lo que actualmente se denomina pozos inteligentes ó "smart wells".

Actualmente, se operan sensores para la presión, temperatura y velocidad de flujo en el fondo de los pozos con base en la técnica FBG. A este respecto ver los artículos A. D. Kersey, "Optical fiber sensors for permanent downwell monitoring applications in the oil and gas industry", IEICE Transactions on Electronics E83C, 400 (2000); y 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).

Sin embargo, existen aún importantes variables en el fondo del pozo que se van a monitorear, una de estas es el pH. La medición del pH en tiempo real, junto con la presión, temperatura y velocidad de flujo, pueden suministrar un mejor entendimiento del proceso de corrosión y ser útiles para inferir la velocidad de corrosión en las plantas petroleras.

Así, es claro que la técnica necesita aún un sensor de pH a fibra óptica donde el cambio del volumen de un hidrogel sensible al pH se transita a una fibra óptica que contenga una red de Bragg, la variación de la deformación inducida cambia la longitud de onda de la red de Bragg, produciendo un sensor de pH, siendo tal sensor descrito y reivindicado en la presente solicitud.

RESUMEN DE LA INVENCION

De manera amplia, la presente invención se relaciona con un sensor de pH para medir el pH de soluciones acuosas con la ayuda de una fibra óptica, el sensor comprende una carcasa rígida que contiene un primer compartimiento donde se inserta un conjunto de discos hechos de un hidrogel sensible al pH y, separado de dicho primer compartimiento por cualquier dispositivo, un segundo compartimiento mecánicamente conectado al dicho primero y que tiene una fibra óptica que contiene una red de Bragg, dicho hidrogel sufre un cambio de volumen hidrodinámico originado por el cambio del pH, la deformación inducida por dicho cambio de volumen se transmite a la red de Bragg de tal manera que se altera la longitud de onda de Bragg, dicha alteración se mide con la ayuda de cualquier técnica usual de medición de longitud de onda.

Así, la invención suministra un sensor de pH donde un transductor se acopla mecánicamente a una fibra óptica que contiene una red de Bragg a un hidrogel sensible al pH.

La invención también suministra un sensor de pH donde el cambio de volumen hidrodinámico del hidrogel sensible al pH origina un cambio en la deformación a la cual se somete el FBG, que se puede evaluar a través del cambio de la longitud de onda de Bragg.

5

La invención suministra también un sensor de pH que se va a colocar en un pozo, en los tubos y en los equipos de acceso difícil para medir el pH junto con otros sensores basados en redes de Bragg en fibra óptica FBG utilizados para medir parámetros tales como la presión, temperatura y la velocidad de flujo en el fondo del pozo.

10

La invención suministra adicionalmente un sensor de pH que se va a colocar en un pozo, en tubos y en equipos de difícil acceso, las mediciones de pH obtenidas permiten la evaluación indirecta, el monitoreo y control de la corrosión.

15

La invención suministra además un sensor de pH donde el conjunto de discos de polímero contiene diferentes hidrogeles que son sensibles a diferentes rangos de pH, con el fin de barrer un amplio rango de valores de pH.

20

La invención suministra también un sensor de pH que se pueden colocar en serie con por lo menos un sensor más que contiene un hidrogel que es sensible a un rango de pH diferente aunque utilizando la misma fibra óptica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25

La FIG. 1 anexa ilustra el cambio en el volumen hidrodinámico de un hidrogel sensible al pH con un cambio en el pH del medio.

30

La FIG. 1A ilustra esquemáticamente un hidrogel. La FIG. 1B ilustra la situación donde el hidrogel se sumerge en un medio con un pH alto, mientras que la FIG. 1C ilustra un hidrogel en un medio con pH bajo.

La FIG. 2 anexa es un gráfico de la curva de titulación de un ácido débil con una base fuerte, con el fin de mostrar el efecto de amortiguamiento.

35

La FIG. 3 anexa ilustra esquemáticamente un modo del sensor de pH de la invención, dicho modo utiliza un resorte como transductor mecánico entre el hidrogel y la fibra óptica que contiene una red de Bragg.

La FIG. 4 anexa ilustra una sección del mismo modo del sensor de pH de la invención que utiliza un resorte. La FIG. 4A ilustra el cuerpo del sensor de pH mientras que la FIG. 4B ilustra en detalle el disco polimérico y las pantallas de acero.

5 La FIG. 5 anexa ilustra el cambio relativo de las dimensiones laterales de una muestra de hidrogel de PVA/PAA libre a un pH de 6.0 comparado con el valor de dichas dimensiones a un pH de 3.0.

10 La FIG. 6 anexa ilustra la hidratación a un pH de 3.0 de los discos de hidrogel de PVA/PAA ubicados en el sensor y posteriormente la reducción de la longitud de onda de la red en 226 pm.

15 La FIG. 7 anexa ilustra el resultado experimental obtenido con el sensor en dos ciclos completos con una variación de pH entre 3.0 y 6.0.

La FIG. 8 anexa es una gráfica que muestra la respuesta del sensor a los cambios de temperatura, comparada con la respuesta de una red de Bragg libre.

20 La FIG. 9 anexa es una gráfica que muestra el cambio de la longitud de onda de Bragg en el sensor para varios valores de pH de la solución amortiguadora en donde se sumerge dicho sensor.

25 La FIG. 10 anexa ilustra otro modo del sensor de pH donde el transductor es una viga o un brazo. La FIG. 10A es un dibujo esquemático del sensor que utiliza un brazo mientras que la FIG. 10B ilustra el pistón accionado sobre el brazo.

30 La FIG. 11A anexa ilustra esquemáticamente una sección transversal normal del sensor que utiliza un brazo mientras que la FIG. 11B anexa ilustra la fijación del brazo sobre la cubierta del sensor.

La FIG. 12 anexa ilustra una vista general de otro modo del sensor de pH de la invención que utiliza la fibra óptica como transductor.

35 La FIG. 13 anexa ilustra una sección del sensor de pH de la invención que utiliza una fibra óptica como transductor.

La FIG. 14 anexa ilustra el disco móvil del sensor, que utiliza una fibra óptica como transductor.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS PREFERIDOS.

Como se describió previamente, el sensor de pH a fibra óptica de la invención para la medición del pH utiliza un transductor que se acopla mecánicamente a una fibra óptica que contiene una red de Bragg, a un hidrogel sensible al pH.

El concepto de la presente invención se basa por lo tanto en el hecho de que las características mecánicas así como también la sensibilidad del pH de un hidrogel combinado con un dispositivo mecánico hace compatible las propiedades de tensión-deformación de dicho dispositivo con aquellas de una fibra óptica que contiene una red de Bragg que permite recuperar la información del valor de pH de la solución acuosa al dominio óptico, produciendo un sensor de pH a fibra óptica con una red de Bragg.

Para el propósito de la invención, un hidrogel útil es cualquier hidrogel sensible al rango de pH que uno desea medir. Así, el sensor de la invención no se limita a un hidrogel específico, por el contrario, éste contempla el uso de varios hidrogeles, que pueden ser sensibles a rangos amplios de pH desde alrededor de 2.0 y hasta alrededor de 12.0. Así, será evidente para los expertos que aunque la especificación se dirige más específicamente a un hidrogel basado en el polímero PVA/PAA, que es sensible al pH en el rango entre 2.5 y 7.0, más específicamente en el rango desde 3.0 a 6.0 siendo este el rango de interés para el presente estudio, dicha elección no significa una restricción de la invención, sino que es solamente un ejemplo de ésta.

Dentro de las cadenas poliméricas de PVA/PAA en medio acuoso, el cambio del volumen hidrodinámico debido a los cambios de pH se maneja por tres parámetros: la fuerza de restablecimiento suministrada por la cadenas polimérica, la afinidad química entre las partes sólidas y fluidas del polímero, y la movilidad del ión de hidrógeno. La combinación de estos parámetros se puede describir por la presión osmótica, que surge cuando existen cambios de equilibrio, y conduce a cambios en el volumen hidrodinámico. La fuerza de restablecimiento, que se suministra por las reticulaciones y cuya magnitud solo depende de la temperatura, actúa para mantener el volumen del hidrogel en un estado de equilibrio. La afinidad química es responsable por la atracción o repulsión entre la cadenas polimérica y el disolvente, lograda mediante la presencia de cargas eléctricas; ésta no depende de la temperatura, pero se afecta por el volumen hidrodinámico del polímero y por el disolvente. La movilidad del ión hidrógeno depende del grado de ionización de la cadenas polimérica, de la temperatura, del grado de reticulación de la cadena y del volumen hidrodinámico.

La invención se describirá ahora con base en las Figuras anexas.

El cambio de volumen en un hidrogel tal como el hidrogel de PVA/PAA representado en la FIG. 1 se interpreta sobre la base de la afinidad química entre el grupo carboxilo y las moléculas de agua, y de la fuerza de restablecimiento suministrada por las reticulaciones. De otra parte, las dinámicas de tal cambio se interpretan sobre la base de la movilidad del ión hidrógeno dentro de la cadena polimérica.

Por lo tanto, en un medio menos ácido ($\text{pH} > 5$) se reduce la concentración de iones H^+ , con un cambio del equilibrio de reacción $[-\text{COOH}]_n \rightleftharpoons [-\text{COO}]_n$ hacia la formación grupos de acetato ($[-\text{COO}]_n$) que produce cargas negativas en la cadena polimérica, lo que significa la repulsión, esto es, un volumen mayor.

En un medio ácido ($\text{pH} < 4$) el incremento en la concentración del ión H^+ desplaza el equilibrio de reacción $[-\text{COO}]_n \rightleftharpoons [-\text{COOH}]_n$ hacia la formación de grupos ácidos ($[-\text{COOH}]_n$), lo que reduce las cargas negativas en las cadenas poliméricas, neutralizando dichas cargas y originando la reducción en volumen.

En razón a que las reacciones involucradas son reversibles, el cambio del pH altera solamente el punto de equilibrio de la reacción y, de esta manera, el volumen hidrodinámico. La velocidad a la cual ocurre el cambio de volumen depende de la movilidad de los iones hidrógeno.

Los polímeros PVA (poli vinil alcohol) y PAA (ácido poliacrílico) son productos comerciales abastecidos por la empresa Aldrich, USA.

La preparación del polímero PVA/PAA comprende procedimientos del estado de la técnica adaptados al hidrogel utilizado en el sensor de pH de la invención.

Dicho procedimiento comprende las etapas de preparación de la solución de polímero, secado de la solución para obtener una película y reticulación térmica de la película obtenida para producir el hidrogel de PVA/PAA.

El procedimiento comprende por lo tanto las siguientes etapas:

- Preparar una solución al 3.0% en peso de PAA (ácido poliacrílico) con un peso molecular promedio viscométrico $M_v = 1,250,000$ y una solución al 3.0% en peso de PVA (alcohol polivinílico) con un peso molecular promedio de peso $M_w = 31,000-50,000$, hidrolizado a 87-89% en agua
- Para cada solución de polímero, calentar 100ml de agua a 50°C en un recipiente usando una placa de agitación con calentamiento. Agregar lentamente 3.0 g de polímero durante dos horas, bajo agitación continua.

200
201

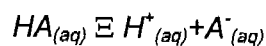
- c) Después de enfriar las soluciones a temperatura ambiente, agregar agua para compensar la evaporación; obtener la mezcla de PVA/PAA a una proporción de 1.5% al mezclar las soluciones de PVA y PAA a una proporción de 1:1 durante 5 horas a 50°C. bajo agitación.
- d) Pipetear 50 ml de la mezcla PVA/PAA al 1.5% en una placa de vidrio plana;
- e) Secar la mezcla en un horno a 55°C. durante 24 horas, para obtener una película polimérica de 0.10 mm a 0.30 mm de espesor;
- f) Recuperar la película obtenida y cortarla en tajadas, colocándolas en un horno a 100°C. durante 1 hora para formar reticulaciones entre los dos polímeros;
- g) Suministrar pesos de 270 g e inmovilizar para tensionar las tajadas durante 20 minutos a 100°C., para estabilizar las reticulaciones;
- h) Recuperar las tajadas de polímero PVA/PAA reticuladas y remover el peso y las fijaciones después de enfriado.

El valor del pH suministrado por el sensor se relaciona con el pK_d (logaritmo del inverso de la constante de disociación) del ácido débil o de la base débil contenida en la cadena polimérica.

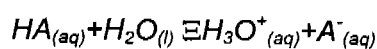
Es bien conocido que en soluciones acuosas casi todas las moléculas de ácido fuerte se disocian en iones. De otra parte, los ácidos débiles no se disocian completamente. Así, para estos últimos es posible calcular una constante capaz de relacionar la cantidad de moléculas disociadas y la cantidad de moléculas no disociadas cuando el sistema alcanza el equilibrio.

Tal constante de equilibrio se denomina constante de disociación (K_d), que es (K_a) para los ácidos. Para los ácidos fuertes, esta clase de relación no tiene significado en vista del hecho de que el número de moléculas no disociadas es despreciable.

La ecuación sugerida por Arrhenius para la disociación de un ácido HA es:



De otra parte, la ecuación propuesta por Brønsted-Lowry enfatiza el hecho de que el ácido transfiere un protón al agua:



La condición para tal equilibrio se escribe como $[H_3O^+][A^-]/[HA][H_2O]$.

Sin embargo, en razón a que la concentración de las moléculas de agua permanece constante (del orden de 55.5M, $[H_2O]=1000 \text{ g/L} / 18.015 \text{ g/mol}=55.5\text{M}$), o sea no influye en los cálculos de la ecuación $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$, el equilibrio se puede describir como $[H^+][A^-]/[HA]$. Esto sería lo mismo que considerar el ión H_3O^+ solo como H^+ , pero en razón a que no

5 existe protón libre, uno debe saber que H^+ se representa como H_3O^+ .
Por lo tanto la constante de disociación (K_a) para un ácido débil HA se puede definir como:

$$K_a = [H^+][A^-]/[HA]$$

10 Rearreglar y aplicar el logaritmo en la ecuación de Henderson-Hasselbach que relaciona el pH con el pK_a de una solución dada:

$$pH = pK_a + \log[A^-]/[HA]$$

15 Reemplazar las figuras en la ecuación, y dibujar una curva de titulación como en la FIG. 2, se puede ver que el efecto de amortiguamiento de la solución está limitado a un rango de valores de pH entre pK_a+1 y pK_a-1 . Por fuera de este rango, una pequeña adición de ácido o base conduce a un cambio enorme de pH.

20 La fuerza de un ácido, es decir, su grado de ionización en solución se indica por la magnitud de su constante de disociación (K_a). Entre más débil sea el ácido, inferior será el valor de K_a . Para los ácidos polipróticos, esto es, ácidos que llevan más de un hidrógeno ionizable, habrá más de una constante de disociación. Esto es porque la ionización de un ácido poliprótico ocurre por etapas, y cada etapa mostrará un valor de K_a asociado.

25 Con la intención de evaluar el rango de trabajo predominante del hidrogel de polímero PVA/PAA, su pK_a se determinó al titular 1 g de una muestra de película del polímero previamente hidratado, siendo la titulación llevada a cabo con una solución de NaOH 0.13 M.

30 Con base en los resultados de la titulación, se obtuvo un $pK_a=4.6$ para la muestra, que es una figura coherente para un ácido débil.

35 Los resultados experimentales muestran que la sensibilidad del sensor de pH de la invención no se debe afectar por el efecto de amortiguamiento de la película de polímero en razón a que, considerando que el medio es infinito la película de polímero siempre debe lograr tal valor de pH, solamente se afecta el tiempo de respuesta del sensor.

Dependiendo del número de discos sensibles al pH o de la incertidumbre de la medición de la longitud de onda de Bragg, los resultados experimentales muestran además que el rango de lectura de pH varía desde $(pK_a-2)-(pK_a-3)$ hasta $(pK_a+2)-(pK_a+3)$.

5 En una manera análoga como a la desarrollada para el hidrogel del polímero PVA/PAA utilizado en el sensor propuesto aquí, otros hidrogeles basados en polímero y/o diferentes polímeros se pueden suministrar a la misma clase de titulación descrita aquí antes, con el fin de determinar los rangos de pH en el cual dichos hidrogeles son sensibles.

10

Así, es claro que el sensor de la invención en sus modos varios no está limitado al hidrogel de polímero PVA/PAA, siendo tal hidrogel solamente un ejemplo no limitante de la invención.

15

Las redes de Bragg a su vez consisten en una modulación periódica longitudinal, local, del índice de refracción del núcleo de la fibra óptica. La red trabaja como un filtro espectral óptico, reflejando la luz con un ancho de banda estrecho alrededor de la longitud de onda de Bragg λ_B , que corresponde a aproximadamente tres veces el valor del período espacial Λ del índice de modulación, de acuerdo con $\lambda_B=2n \Lambda$, con $n=1.5$ siendo el índice de refracción del núcleo de la fibra óptica.

20

Las rede de Bragg útiles para los propósitos de la invención comprenden las redes preparadas previamente para la instalación del sensor de pH. Para este propósito, el núcleo de la fibra óptica se expone localmente a un patrón de interferencia de dos brazos de luz ultravioleta orientados con relación al eje longitudinal de la fibra óptica de tal manera que, para la red, el máximo y mínimo del patrón de interferencia se extiende a lo largo de una porción pequeña de la fibra óptica en las direcciones normales al eje longitudinal y que la periodicidad es aquella deseada para la red particular.

25

30

Los experimentos realizados por el Solicitante conducentes al desarrollo del presente sensor de pH han mostrado que el cambio de volumen del hidrogel de PVA/PAA en el rango ácido entre 2.5 y 7.0, más específicamente 3.0 a 6.0 unidades de pH, es suficiente para impartirle una deformación en la red de Bragg de tal manera que su longitud de onda se altera por cientos de picómetros. La incertidumbre del sistema de medición de longitud de onda adoptado es de ± 1 pm.

35

La resolución del sensor de pH de la invención varía entre 0.1 hasta 0.05 unidades de pH.

202
204

El sensor está comprendido por una fibra óptica monomodo estándar que contiene el FBG en el núcleo de la fibra en cualquier posición a lo largo de la fibra. El FBG acoplado mecánicamente al transductor se interroga utilizando un sistema óptico hecho de una fuente de luz –que puede ser un láser sintonizable con longitud de onda o una fuente de luz de ancho de banda, tal como un una fuente de LED (diodo emisor de luz) o una ASE (emisión espontánea amplificada)- acoplada al núcleo de la fibra, y un sistema para la medición de la longitud de onda de Bragg – que puede consistir de un analizador de espectro o por un sistema que contiene filtros espectrales de cualquier clase y un fotodetector para medir la convolución de la señal desde el FBG con aquella del filtro.

Después de iluminar el FBG, se puede detectar la luz en la transmisión o en la reflexión. En caso de que la detección se lleve a cabo en la transmisión, uno se debe preocupar por la longitud de onda a la cual se máxima la pérdida de potencia óptica. En el caso de que se detecte la señal reflejada, uno debe recuperar la potencia óptica máxima y medir la longitud de onda en ese punto. En este caso, un acoplador de fibra 50% - 50% se utiliza generalmente, a través del cual la luz proveniente de la fuente se envía al sensor y el espectro reflejado por el FBG se envía al sistema de medición. Para las aplicaciones en el fondo del pozo o en cualquier circunstancia que presente dificultad de acceso, las mediciones se deben llevar a cabo en reflexión. Desde la medición de la longitud de onda de Bragg, es posible recuperar el valor de medición deseado por medio de una curva de calibración preparada antes de instalar el sensor en el campo.

La FIG. 3 es una vista general de un modo de la invención donde el transductor mecánico es un resorte. Esta Figura muestra una vista del sensor de pH, generalmente designada por el numeral 100, que tiene un cuerpo externo 101, usualmente construido en Teflón y generalmente cilíndrico, la porción central de ésta se designa por 110. El maquinado de la porción central 110 del cuerpo 101 se desarrolla para hacer más fácil la expansión del volumen hidrodinámico de los discos de polímero 125. Así, la porción central 110 del cuerpo 101 está perforada, las partes 112 y 113 se conectan por al menos tres barras o varillas 111. La parte 112 se ajusta con las roscas internas (no representadas) maquinadas para ser adaptadas a las roscas externas 114a de la cubierta 115a del sensor 100.

En analogía a la descripción de la parte 112, una cubierta 115b suministrada con las roscas externas 114b se adapta a las roscas internas (no representadas) de la parte 113 de la parte central 110 del sensor 100. Una pantalla de acero 116 sirve como soporte lateral para los discos de polímero (no representados) contenidos en el interior del sensor 100. La parte central 110 contiene una fibra óptica con una red de Bragg, un resorte y los discos de fijación de fibra óptica, discos de polímero y espaciadores (no representados).

La FIG. 4 ilustra una sección del sensor de pH 100. En la parte central 110 del sensor 100 se colocan la fibra óptica 121 con la red de Bragg 122, el resorte 123, un disco móvil (pistón) 118 y el disco fijo 119 para unir la fibra 121 y un cilindro de pantalla 116. También se coloca en dicha parte central los discos de hidrogel 125 que tienen anchos entre 0.10 mm y 0.30 mm preparados como se describió anteriormente, los discos 126 hechos de pantallas de acero 100 malla Tyler (0.149 mm) para el confinamiento de los discos de hidrogel 125, y espaciadores 127 como se ilustra en la FIG. 4B, aquellos conformando las unidades de disco 130.

Los espaciadores 127 y los discos de pantalla de acero 126 se utilizan para separar los discos de hidrogel 125 destinados a mejorar el área de contacto de los discos de hidrogel 125 con la solución cuyo pH se va a monitorear, y consecuentemente, reducir el tiempo de respuesta del sensor 100.

En la FIG. 4A también se indican las roscas internas 114c que se adaptan a las roscas externas 114b de la cubierta 115b del sensor 100.

Las unidades de disco 130 se guardan en un primer compartimiento 117a del cuerpo 110 del sensor 100. El compartimiento 117a está limitado por un pistón 118 y por una cubierta 115b. El pistón 118 y el disco 119 para unir la fibra óptica marca los límites del segundo compartimiento 117b de la parte central 110 del sensor 100. En un medio menos ácido, el hidrogel de PVA/PAA se hincha y presiona el pistón 118, y por lo tanto el resorte 123, dando lugar a una reducción de la deformación a la cual se sometió originalmente la fibra óptica 121 que contiene la red de Bragg 122.

El número de discos de hidrogel 125 no es crítico y puede variar desde un mínimo de dos hasta un número de tal forma que el cambio del volumen de dichos discos 125 no afecta la integridad de la fibra 121. El número mínimo de discos 125 para el sensor 100 es aquel requerido para conducir a un cambio de la longitud de onda Bragg de por lo menos 60 pm, con el fin de asegurar el desempeño de una medición de pH en el rango de interés (entre 3.0. y 6.0 para los pozos de petróleo) con resolución de 0.05 unidades de pH. Sin embargo, si se desea un rango más amplio y/o una resolución de pH mayor, dicha cantidad mínima de discos 125 se puede incrementar.

La FIG. 4B ilustra una unidad de disco 130 se que va a insertar en el sensor 100, dicha unidad está hecha del disco de hidrogel 125 mismo, los discos de pantalla de acero 126 y los espaciadores 127.

La fibra óptica **121** se introduce en la parte central **110** a través de las perforaciones **120** hechas en el disco fijo **119** y en el pistón **118**, estando la fibra óptica unida a estos dos sitios utilizando cualquier técnica conocida, tal como por ejemplo con la ayuda de un adhesivo o al utilizar un anillo de metal.

- 5 El resorte **123** asegura la deformación de la fibra óptica **121** y por lo tanto de la red de Bragg **122**.

La constante de elasticidad del resorte **123** está entre 50 N/m y 200 N/m.

- 10 Para unir la fibra **121**, el resorte **123** se comprime parcialmente, con el fin de mantener el FBG **122** deformado. Después de la unión, la cubierta **115a** se ajusta y se rosca en la parte central **110** con la ayuda de las roscas **114a** y se ajusta de tal manera que la fibra **121** se deforma por medio del resorte **123**.

- 15 La preparación del sensor **100** se lleva a cabo de acuerdo con las siguientes etapas:

- a) Roscar la cubierta **115b** en la parte central **110**;
- b) Suministrar las unidades de disco **130** e introducir las mismas en el compartimiento **117a**;
- 20 c) Suministrar una fibra óptica **121** que contiene una red de Bragg **122**, y pasar dicha fibra **121** a través de la perforación **120** con el fin de unir la fibra **121** sobre el pistón **118**;
- d) Introducir dicha fibra óptica **121** unida sobre el pistón **118** en la parte central **110** y ubicarla sobre las unidades de disco **130**;
- 25 e) Ubicar el resorte **123** sobre el pistón **118** al pasar la fibra **121** a través de dicho resorte **123**;
- f) Pasar la fibra **121** a través de la perforación **120** del disco **119**;
- g) Roscar la cubierta **115a** en la parte central **110** con el fin de comprimir el resorte **123**.
- 30 h) Unir la fibra **121** sobre el disco **119**;
- i) Desenroscar la cubierta **115a** con el fin de impartir una deformación sobre la fibra **121** y alterar la longitud de onda λ_B del FBG **122** de un valor entre 100 pm y 5 nm; y
- 35 j) Obtener el sensor **100** ajustado y listo para uso.

El sensor de pH así montado **100** se coloca entonces en una solución acuosa a un pH de 3.0 para la hidratación inicial del polímero, lo cual conduce a una expansión del volumen hidrodinámico originado por la solución entrante en la cadenas polimérica. Tal

expansión origina una fuerza que comprime la cuerda **123**, que resulta en una reducción de la deformación a la cual se sometió originalmente la fibra óptica **121**. El sensor de pH **100** está listo así para uso.

5 La FIG. 5 ilustra la expansión del volumen hidrodinámico de los discos de hidrogel de PVA/PAA **125** a un pH de 6.0 relacionado con el valor de dicho volumen a un pH de 3.0. La gráfica ilustrada en dicha FIG. 5 muestra un cambio relativo del 14% del volumen hidrodinámico del hidrogel, siendo el tiempo de respuesta de unos pocos minutos.

10 La FIG. 6 ilustra el desempeño del sensor **100** en el proceso de hidratación inicial a un pH de 3.0. La longitud de onda de la red de Bragg fue reducida a 226 pm. Esta variación en la longitud de onda, $\Delta\lambda$, se da por una variación en la deformación a la que se encuentra sometida la red de Bragg, $\Delta\epsilon = 180 \mu\text{m/m}$, una vez que $\Delta\epsilon = \Delta\lambda / (0.78\lambda_B)$. A su vez, esta variación de deformación es debida a una fuerza de 0,16 N sobre el resorte
15 debida a los discos de polímero y la hidratación del mismo, una vez que $F_{\text{pol}} = E_{\text{fibra}} A_{\text{fibra}} \epsilon$, en donde E_{fibra} y A_{fibra} son el Módulo de Young y el área de sección transversal de la fibra.

La FIG. 7 ilustra los datos experimentales del cambio de longitud de onda de la red de Bragg cuando el sensor de pH **100**, con los discos de polímero previamente hidratados
20 **125** en una solución amortiguadora con un pH de 3.0 se sumerge inicialmente en una solución amortiguadora con un pH de 6.0, y luego se sumerge en una solución amortiguadora con un pH de 3.0 y así sucesivamente.

Como resultado de la primera inmersión del sensor en una solución amortiguadora
25 con un pH de 6.0, se observa un cambio en la longitud de onda de Bragg de 545 pm, siendo esto equivalente a una variación en la deformación de la fibra de aproximadamente 450 $\mu\text{m/m}$. En la secuencia, al cambiar a una solución con un pH de 3.0, se observó un cambio de 370 pm para la longitud de onda de Bragg, esto es, un cambio de 305 $\mu\text{m/m}$ en la deformación de la fibra. Ciclos adicionales muestran cambios equivalentes en la
30 deformación transmitida a la fibra óptica. También, las figuras para la fuerza ejercida por los discos de polímero sobre el resorte durante los varios ciclos de pH 3.0 y 6.0 son similares, variando desde 0.27 N a 0.47 N.

Las pequeñas oscilaciones de los valores de longitud de onda durante los ciclos de
35 pH se deben a pequeñas variaciones de la temperatura de la solución durante la prueba, influenciando aquellas no solamente la señal desde la red de Bragg sino también las expansiones térmicas del cuerpo del sensor, habiendo sido éstas debidamente cuantificadas, como se muestran en la FIG. 8.

Una gráfica que ilustra el cambio en la longitud de onda de la red en el sensor **100** como una función del pH de la solución amortiguadora donde el sensor **100** se sumerge se puede ver en la FIG. 9.

Un parámetro importante que asegura la aplicabilidad industrial del sensor de pH **100** es el tiempo de respuesta. Se encontró que este tiempo es de alrededor de 24 horas para una superficie de hidratación de polímero disponible de 18%, siendo ésta adecuada para el uso final pretendido. El factor principal que afecta este parámetro es la superficie expuesta al medio, que posibilita la mayor movilidad del protón y las moléculas de agua y por lo tanto un cambio rápido del volumen hidrodinámico.

En razón a que el tiempo de respuesta del sensor **100** está directamente ligado a la velocidad de hidratación de los discos de polímero, el área de superficie de hidratación efectiva de los discos de hidrogel **125** se podría estimar.

Para este propósito, se calcula el área de superficie de los discos de hidrogel **125**, así como también la superficie ocupada por los espaciadores **127**, la superficie abierta de la pantalla **116** y aquella de los discos de la pantalla de acero **126**. Los cálculos conducen a porcentajes de hasta el 42.6% de la superficie de hidrogel disponible para hidratación en la medida en que la malla de la pantalla se abra más (entre 0.149 mm y 0.297 mm).

Para mayores superficies de hidratación se reduce el tiempo de respuesta, siendo ésta una característica de operación interesante, a pesar del hecho de que no es posible incrementar excesivamente las superficies en vista del riesgo de tener un confinamiento de hidrogel espacial inadecuado.

También, los experimentos conducidos a temperaturas entre 22.0°C y 70.0 °C. han mostrado que, si se observa un cambio en el volumen del hidrogel libre con la temperatura, tal cambio es inferior al 5%, a un pH de 3.0 así como también a un pH de 6.0.

Una variante del modo del sensor **100** que utiliza una cuerda es aquella donde la parte central **110** se abre en dos cubetas (no representadas) haciendo más fácil el ajuste del sistema de la fibra **121**/resorte **123**, así como también la acomodación de los discos de hidrogel **125** con la pantalla de contención **116**.

Otro modo del sensor de pH que utiliza el concepto de la invención es un sensor de pH generalmente designado por el numeral **200** que tiene un cuerpo exterior **201** que contiene una parte central **210** que tiene un área perforada y barras o varillas de soporte

111, donde el resorte 123 se reemplaza por un brazo de metal delgado 215, accionado por un pistón 214 ubicado sobre los discos de hidrogel 125 como se ilustra en las FIGS. 10A, 10B, 11A y 11B.

5 Como se puede ver en las FIGS. 11A y 11B, el brazo 215 se une al sensor 200 cubierta 213 a través, por ejemplo, de una placa de fijación 217 y de los tornillos 216.

De acuerdo con las FIGS. 10A y 11A, se puede ver que otras características del sensor 200 son similares a aquellas del sensor 100 con relación a la construcción y a la carcasa de las unidades de disco 130.

Una fibra óptica 121 que contiene una red de Bragg 122 también se ubica de tal manera que la red 122 se coloca en el centro del brazo 215, como se indica en la FIG. 11B, y el desplazamiento del brazo 215 debido al cambio del volumen hidrodinámico del hidrogel originará una deformación en la red 122, siendo dicha deformación medida.

El sensor 200 y las dimensiones del brazo 215 se calculan tomando en consideración la magnitud de la fuerza ejercida por el sistema de polímero de los discos 125 así como también la cantidad deseada de la deformación de la red, como se describe adelante.

Módulo de Young de la fibra óptica: $E_f = 7.3 \times 10^{10}$
 N/m^2

Módulo de Young del acero: $E_{acero} = 210 \times 10^9 N/m^2$

Radio de la fibra: $r_f = 62.5 \times 10^{-6} m \Rightarrow$ área de la fibra:
 $A_f = 12.27 \times 10^{-9} m^2$

Radio del disco de copolímero 125: $r_p = 7.5 mm \Rightarrow$
Área de polímero: $A_p = 176.71 \times 10^{-6} m^2$

Si uno considera un cambio en la longitud de onda de la red de aproximadamente 120 pm luego de ir desde una solución con de pH=3.0 a una solución con de pH=6.0, se obtienen los siguientes datos:

- Deformación sufrida por la fibra: $\epsilon \sim 100 \mu\epsilon$
- Tensión de la fibra:

$$\sigma_f = E_f \epsilon = 7.3 \times 10^6 N/m^2$$

Para el sensor **200** también se calcula la fuerza ejercida por el disco de hidrogel:

Fuerza del hidrogel sobre la fibra:

$$F_p = \sigma_f A_f = 7.3 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \times 12.27 \times 10^{-9} \text{ m}^2 = 0.089 \text{ N}$$

Para un brazo que tiene las siguientes dimensiones:

Longitud: $l=21.5 \text{ mm}$

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

Altura: $h=0.1 \text{ mm}$

Se calcula la tensión σ_{brazo} y la deformación $\varepsilon_{\text{brazo}}$ esperadas del brazo **215** en el punto de deformación máxima (punto de empotramiento).

$$\text{Línea neutra: } r = h/2$$

$$\sigma_{\text{brazo}} = (Mxr)/I$$

$$I = (bxh^3)/12$$

$$M = Fx l$$

$$\sigma_{\text{brazo}} = (6xF_p x l)/(bxh^2) = 3.83 \times 10^8 \text{ N/m}^2$$

$$\varepsilon_{\text{brazo}} = \sigma/E_{\text{acero}} = 3.83 \times 10^8 \text{ N/m}^2 / 210 \times 10^9 \text{ Pa} = 1822 \mu\varepsilon$$

Así como también en el centro del brazo **215**:

$$l/2 = 10.75 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{brazo}} = (3xF_p x l)/(bxh^2) = 1.92 \times 10^8 \text{ N/m}^2$$

$$\varepsilon_{\text{brazo}} = \sigma_{\text{brazo}}/E_{\text{acero}} = 911 \mu\varepsilon$$

Los cálculos mostrados anteriormente demuestran que para una fibra **121** que contiene una red de Bragg unida al centro del brazo **215**, habrá un cambio en la red de Bragg de aproximadamente 1 nm, siendo éste ampliamente suficiente para los propósitos del sensor desarrollado por el Solicitante.

Aún otro modo de la invención se relaciona con un sensor de pH generalmente designado por el numeral **300**, donde la fibra óptica **121** que contiene la red de Bragg **122** trabaja como un transductor mecánico (no representado).

La FIG. 12 muestra una vista exterior del sensor 300 con un cuerpo 301 que contiene las guías o barras 311 y una base 320 así como también un disco móvil 321 que trabaja como un pistón.

5 La FIG. 13 muestra una sección transversal del sensor de pH 300. La fibra óptica (no representada) se introduce a través de las perforaciones 322 y se une utilizando cualquiera de los dispositivos conocidos a dos discos de acero 320, 321. El disco que tiene el numeral 320 representa uno de los extremos o base del sensor 300 y está integrado con el cuerpo 301 del sensor 300, y el disco 321 representa el otro extremo del
10 sensor 300 y se puede mover por la acción de los discos de hidrogel 125. El movimiento del disco móvil 321 ajustado con las perforaciones 323 se guía a lo largo de tres guías o barras 311 integradas con el cuerpo 301 del sensor 300. Con el fin de minimizar la fricción durante el movimiento a lo largo de las guías 311, el disco 321 tiene generalmente un recubrimiento de Teflón en el área interna a los orificios 323 que contactan las guías o
15 barras 311.

La FIG. 14 ilustra una vista superior del disco 321.

La fibra óptica 121 se protege de las posibles fuerzas de corte que utilizan un tubo de acero pequeño 315 a través del cual se traspasa la fibra.

De manera análoga a los otros modos del sensor 100, 200 en el sensor 300 los discos de hidrogel 125 se separan por las pantallas de acero 126 y los espaciadores de acero 127, formando las unidades de disco de hidrogel 130. Con el fin de evitar la fricción de los espaciadores de acero 127 con la fibra 121 que protege el tubo 315, el área de contacto de la misma está cubierta con un recubrimiento deslizante, generalmente de Teflón. Un cilindro con pantalla de acero 116 confina lateralmente los discos de hidrogel 125.

30 Alternativamente, el sensor 300 muestra una configuración (no representada) similar a aquella de los sensores 100, 200 descritos anteriormente, esto es, un cuerpo exterior 301 que incluye los compartimientos separados 117a, 117b, que contiene respectivamente los juegos 130 de las unidades de disco de hidrogel y el transductor mecánico (fibra óptica 121).

35 La configuración de los sensores 200, 300 es análoga a aquella descrita para el sensor 100, cumpliendo las modificaciones de construcción permitidas a cada modo.

En todos los modos descritos del sensor de pH de la invención 100, 200, 300 es posible pasar la fibra 121 que contiene un FBG 122 a lo largo del cuerpo de dicho sensor de tal manera que es posible conectar el mismo en serie con otros sensores de pH y/o a los sensores de otros parámetros de interés para la industria, tal como la presión, temperatura y velocidad de flujo.

Tal como se hizo referencia anteriormente, el sensor de la invención no se limita al uso de un hidrogel único que es sensible a un cierto rango de pH. Así, la invención comprende configuraciones o ajustes de sensor donde los discos de diferentes hidrogeles, sensibles a diferentes rangos de pH se empacan sucesivamente en el mismo cuerpo sensor 110, 210, 301.

Aún otra variante es aquella que comprende varios sensores en serie, que contiene cada uno un hidrogel sensible a un cierto rango de pH.

Aún otra variante es aquella que comprende una fibra única que contiene más de una red de Bragg.

Todavía, el presente sensor es capaz de trabajar en serie con sensores de presión, temperatura y velocidad de flujo del fondo del pozo, esto es, éste se puede multiplexar con dichos otros sensores.

Además, debe ser obvio para los expertos que el presente sensor es útil no solo para la medición de pH en el pozo de petróleo, sino también en tubos y equipos que se acceden fuertemente, y también bajo condiciones ambientales.

La descripción y las consideraciones establecidas en la presente especificación demuestran la extrema versatilidad del sensor de la invención, en razón a que éste es capaz de comprender un amplio rango de valores de pH de interés industrial, además de ser capaz de ser multiplexado a los otros sensores de fibra óptica en pozos inteligentes.

La invención reivindicada es:

22

24/2/23

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de pH a fibra óptica caracterizado porque comprende:

5 a) un conjunto de unidades de disco de un hidrogel sensible al pH, dicho conjunto esta contenido por una pantalla junto con un transductor mecánico que tiene adjunto a este una fibra óptica que contiene una red de Bragg; estos están ubicados en la parte central de un cuerpo exterior con cubiertas en los extremos; y en donde:

10 el cambio de pH en la solución causa un cambio en el volumen hidrodinámico del hidrogel, la deformación originada por tal cambio de volumen se transmite a la red de Bragg por medio del transductor mecánico para alterar la longitud de onda de Bragg.

2. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho sensor comprende:

15 A) un cuerpo exterior (101) que incluye:

a) una parte central (110), que comprende:

20 i) un primer compartimiento (117a) que contiene un conjunto de unidades de disco (130) de un hidrogel sensible al pH, dicho conjunto está contenido por una pantalla (116);

ii) un segundo compartimiento (117b) que contiene un transductor mecánico (123) y una fibra óptica (121) que contiene una red de Bragg (122), los límites de dicho compartimiento se marcan mediante un disco móvil (118) entre dicho primer (117a) y segundo (117b) compartimiento y un disco (119) unido a una fibra óptica (121);

b) las cubiertas (115a) y (115b) en los extremos de dicho cuerpo exterior (101).

25 3. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 2, donde el disco (119) y el pistón (118) tienen perforaciones (120) en sus porciones centrales por medio de las cuales la fibra óptica (121) que contiene la red de Bragg (122) es instalada en el compartimiento (117b).

30 4. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 2, donde la fibra óptica (121) traspasa la cubierta (115a) del cuerpo (101).

35 5. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho sensor comprende:

(A) un cuerpo exterior (201), que incluye:

(a) una parte central (210), que comprende un compartimiento (117a) que contiene un conjunto de unidades de disco (130) de un hidrogel sensible al pH, dicho conjunto está contenido por una pantalla (116), y el disco movable (214);

212
214

(b) un transductor mecánico (215) que tiene unida a éste una fibra óptica (121) que contiene una red de Bragg (122), dicho transductor (215) está unido a una cubierta (213) a través de los dispositivos de fijación (216), (217);

(c) las cubiertas (115b) y (213) en los extremos de la parte central (210), y donde

5

6. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho sensor comprende:

un cuerpo exterior (301) que incluye:

10

a) en un extremo, un disco (320) integral a dicho cuerpo (301) mientras que el otro, disco móvil (321) en el otro extremo se mueve por la acción del conjunto de unidades de disco de hidrogel (130) insertados en un compartimiento (117a) y contenidas en una pantalla (116), el movimiento de dicho disco (321) se guía a lo largo de guías o varillas (311) integradas a dicho cuerpo (301);

15

b) una fibra óptica (121) que contiene una red de Bragg (122) unida a los discos (320), (321) e insertadas en un tubo protector (315), y donde

7. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la fibra óptica (121) traspasa ambos discos (320), (321) del cuerpo exterior (301).

20

8. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sensor comprende por lo menos dos conjuntos de discos de hidrogel.

25

9. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los conjuntos de unidades incluyen discos de hidrogel separados por pantallas de discos de acero y espaciadores.

30

10. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos discos de hidrogel son sensibles al pH en el rango de alrededor 2.0 hasta alrededor de 12.0.

11. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dichos discos de hidrogel son sensibles al pH en el rango entre 2.5 y 7.0.

35

12. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dichos discos de hidrogel son hidrogeles de polímero PVA/PAA.

13. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el transductor mecánico es un resorte.

213
215

14. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el transductor mecánico (215) es un brazo.

5 15. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el transductor mecánico es la fibra óptica (121).

16. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la fibra óptica (121) traspasa los discos (320), (321) para conectarse a otros sensores.

10 17. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 16, en donde los otros sensores son sensores de pH.

15 18. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 16, en donde los otros sensores son sensores de presión, temperatura o velocidad de flujo.

19. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el hidrogel sensible a pH de los discos comprende solamente un tipo de material de hidrogel

20 20. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el hidrogel sensible a pH de los discos comprende diferentes tipos de material de hidrogel.

25 21. Un sensor de pH a fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sensor que contiene un hidrogel sensible a cierto rango de pH está ligado en serie con otros sensores, en donde dichos sensores están conectados a una fibra óptica única.

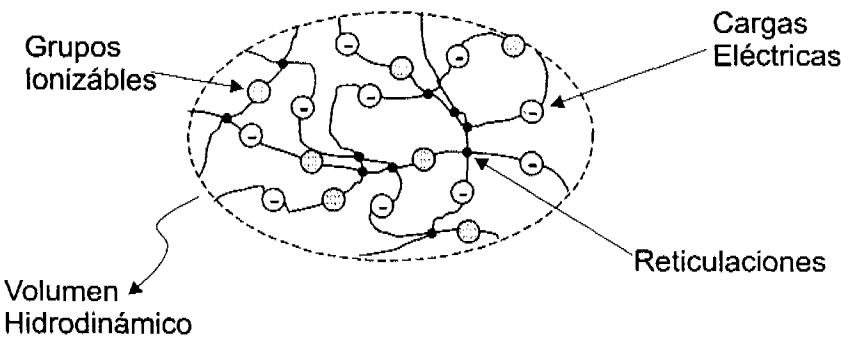


FIG. 1A

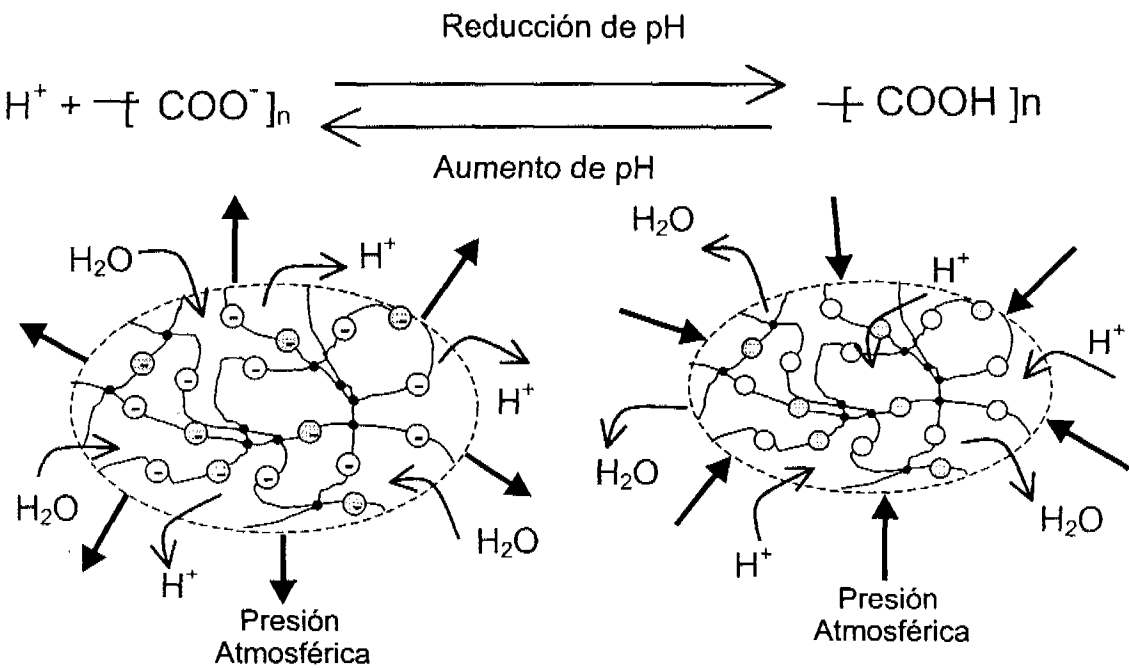


FIG. 1B

FIG. 1C

215
217

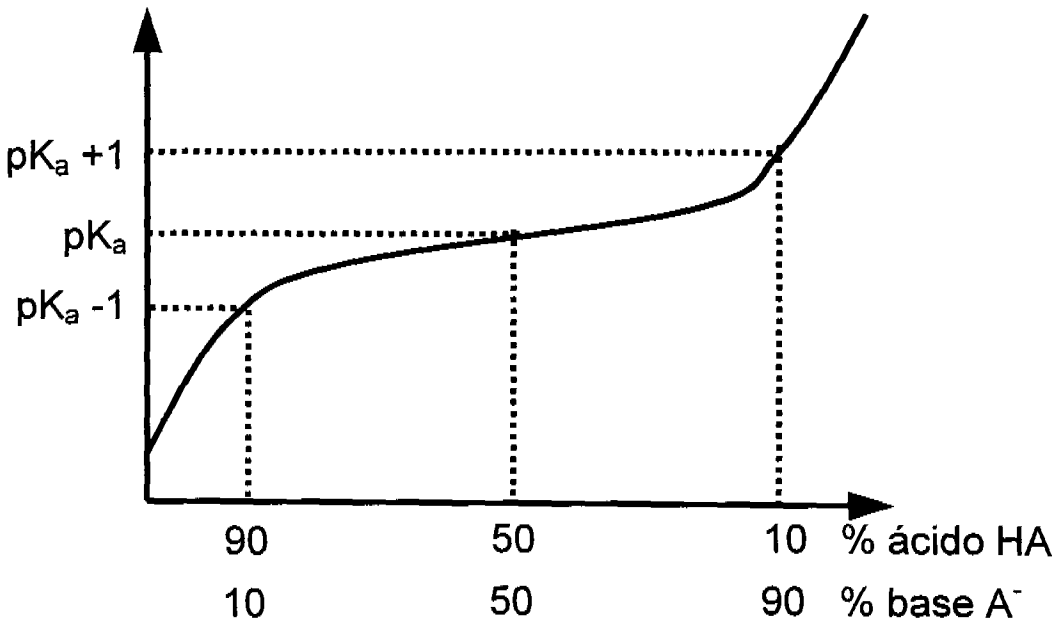


FIG. 2

216
218

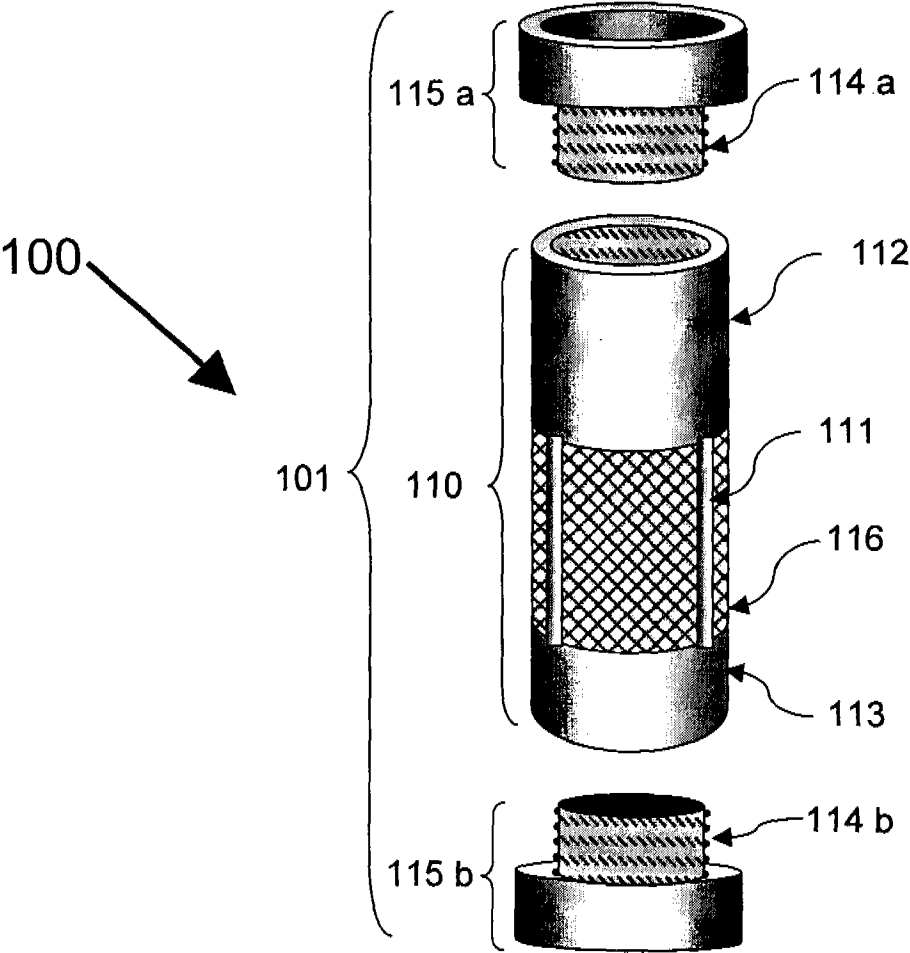


FIG. 3

217
219

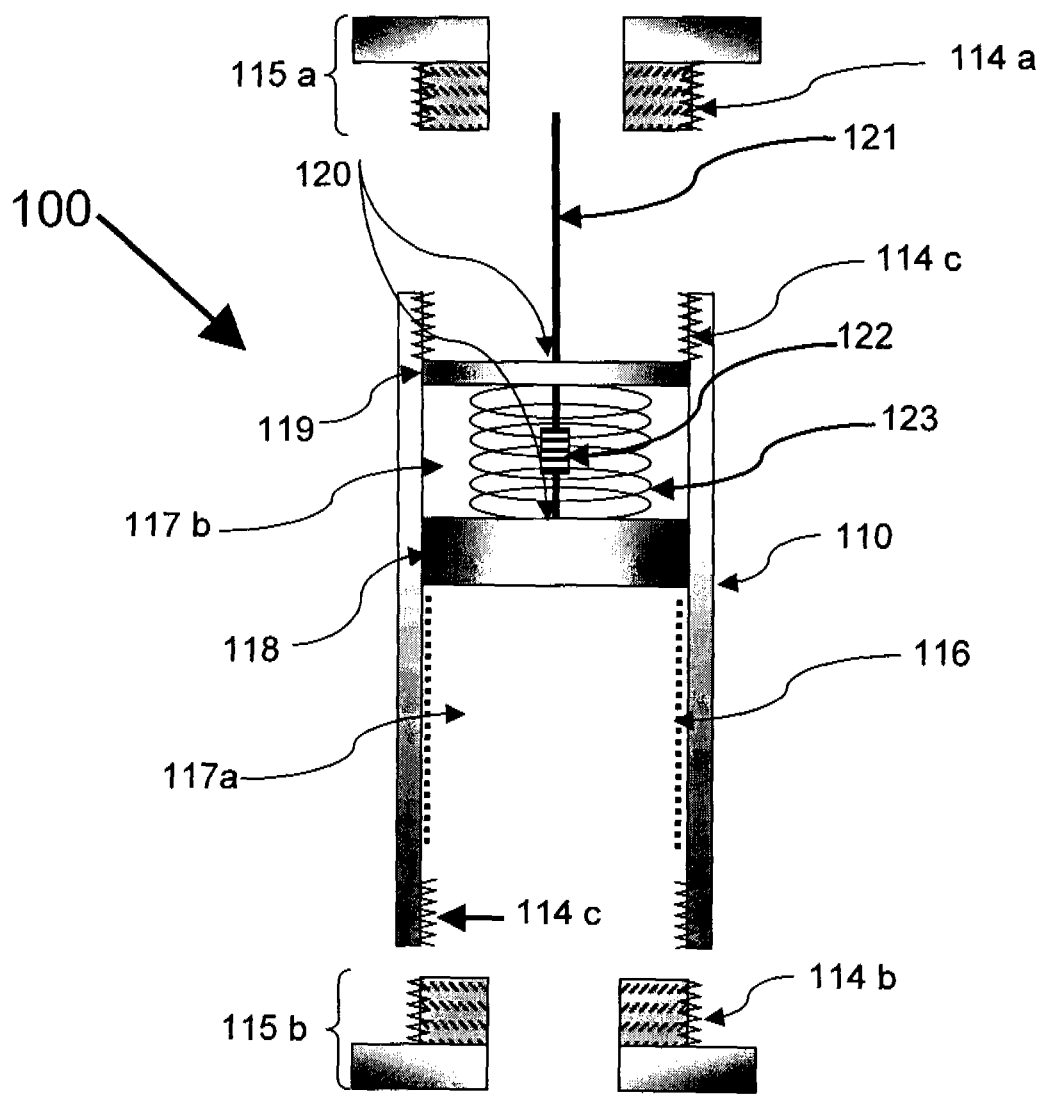


FIG. 4A

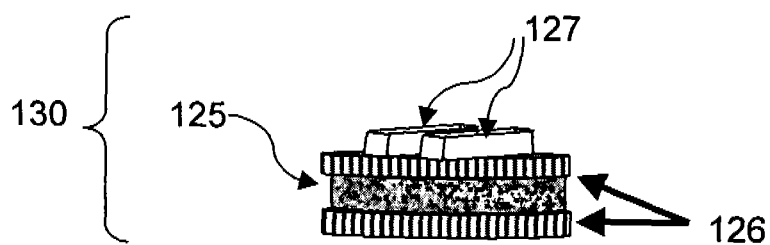


FIG. 4B

218
220

5/11

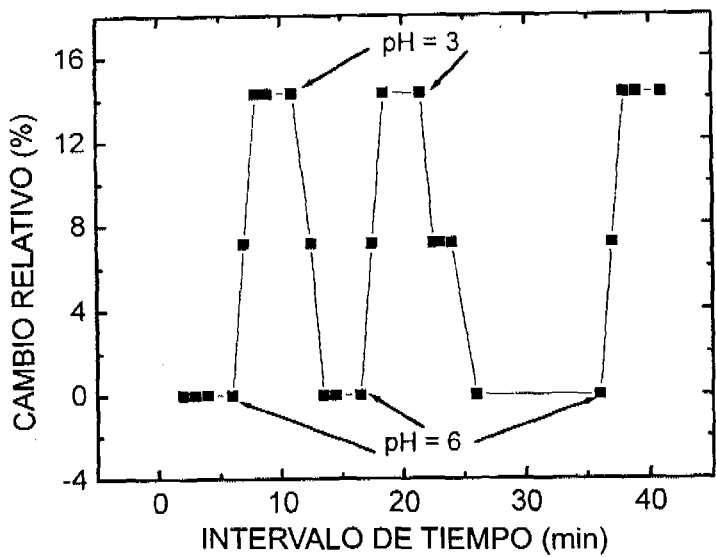


FIG. 5

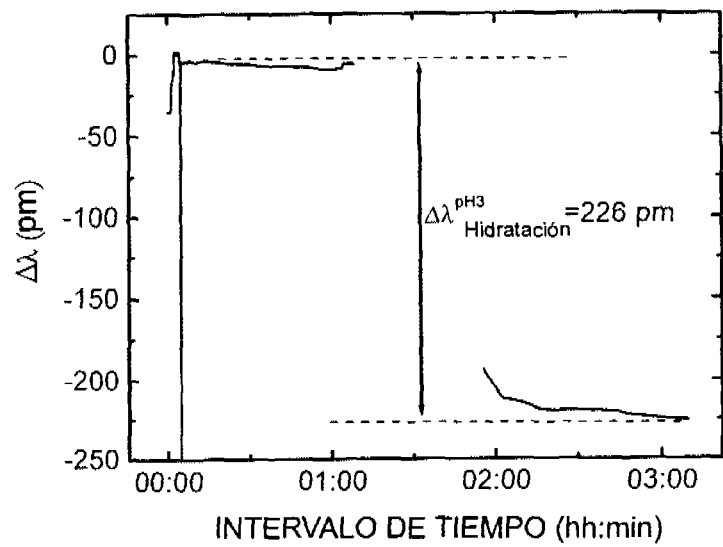


FIG. 6

219
221

6/11

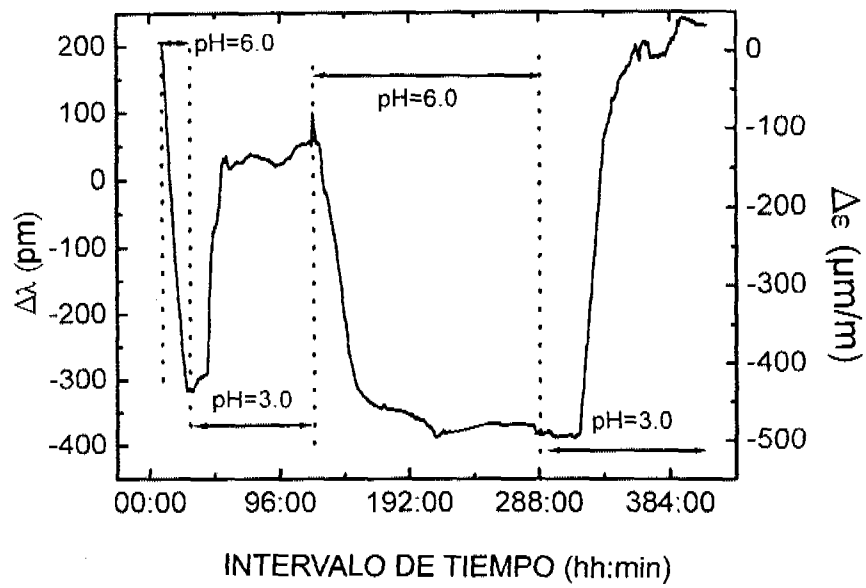


FIG. 7

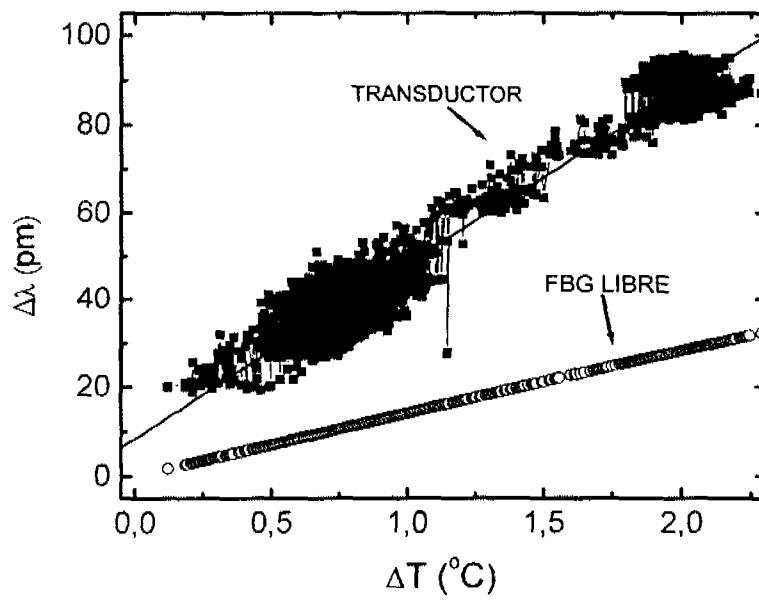


FIG. 8

FIG. 8

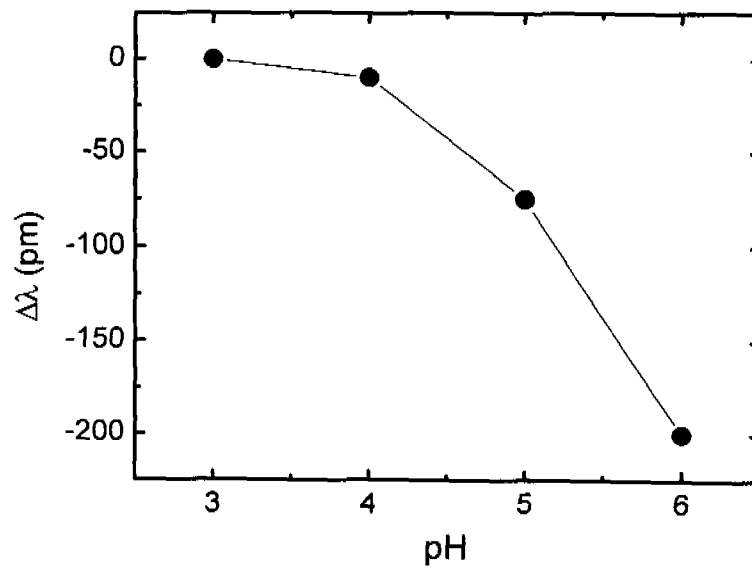


FIG. 9

221
223

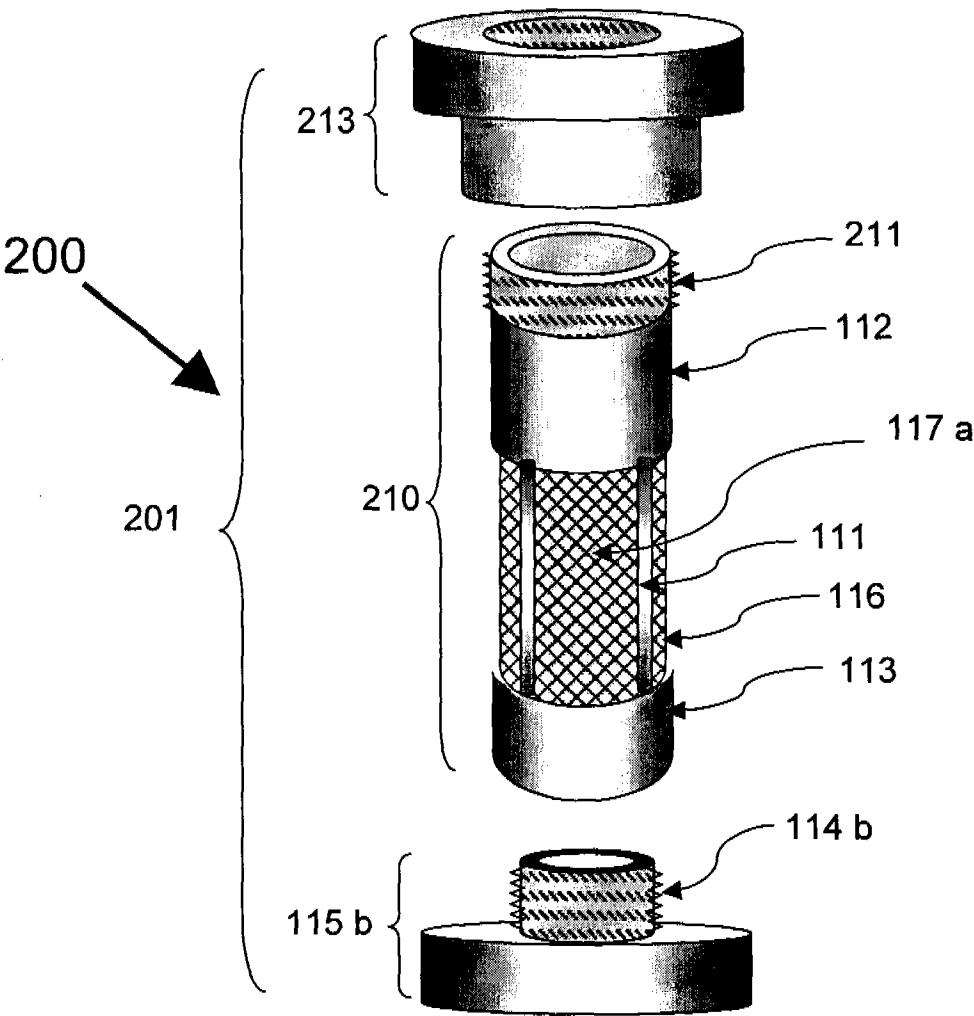


FIG. 10A

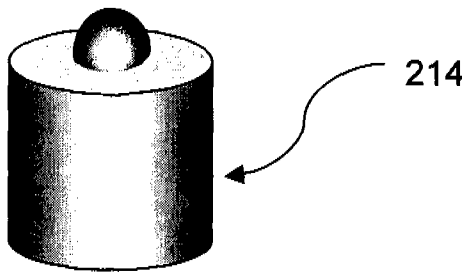


FIG. 10B

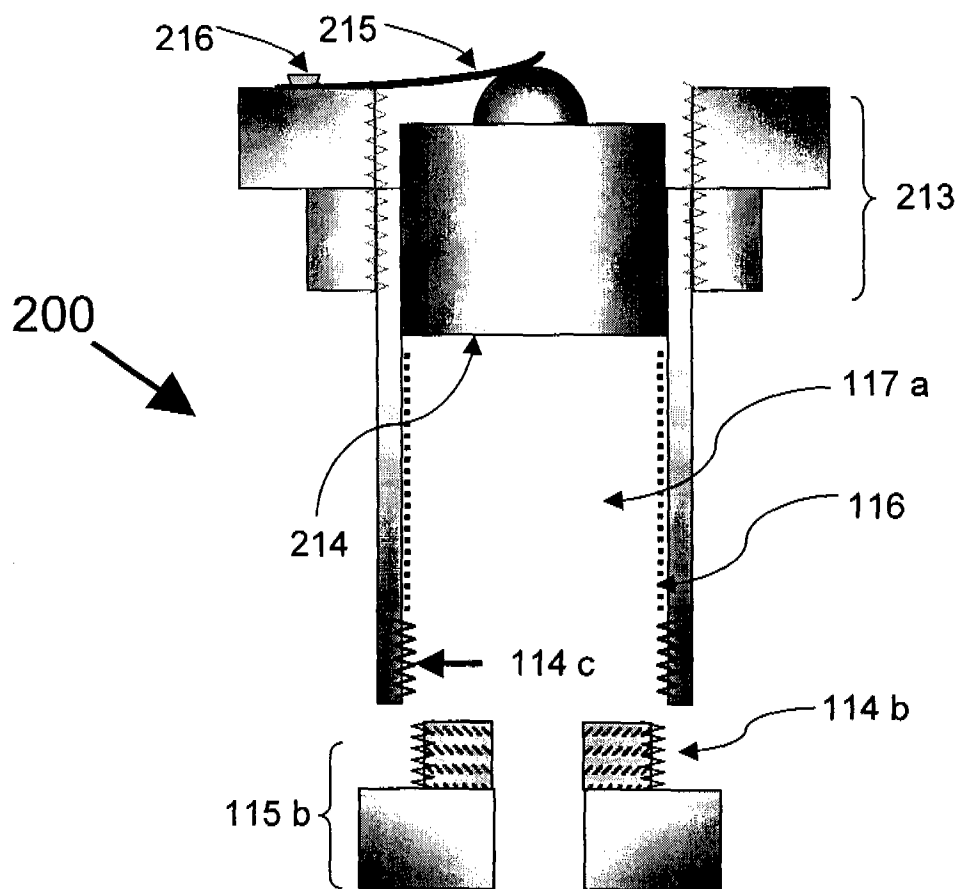


FIG. 11A

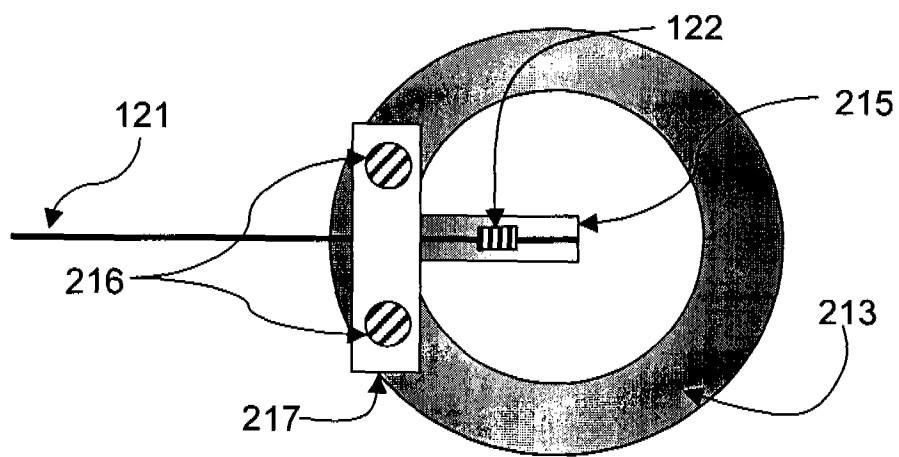


FIG. 11B

223
225

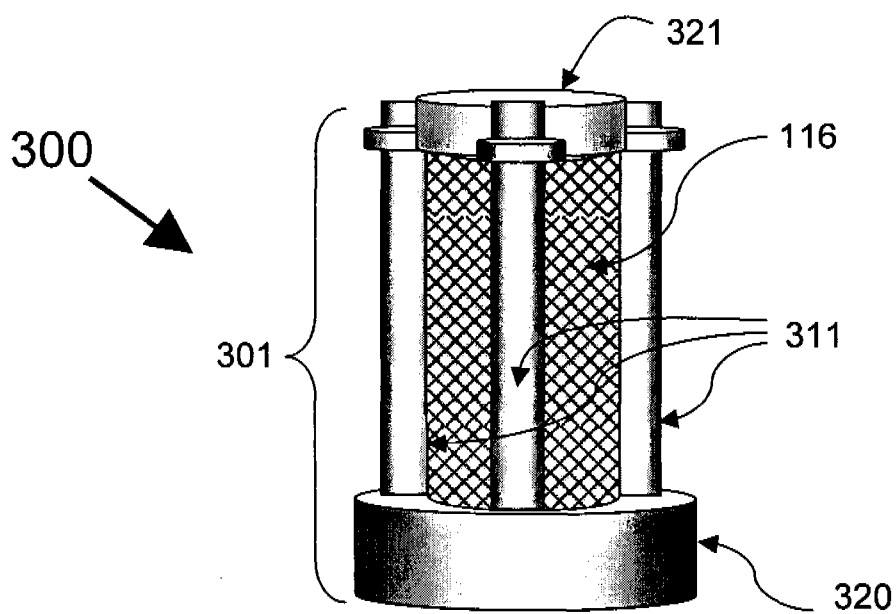


FIG. 12

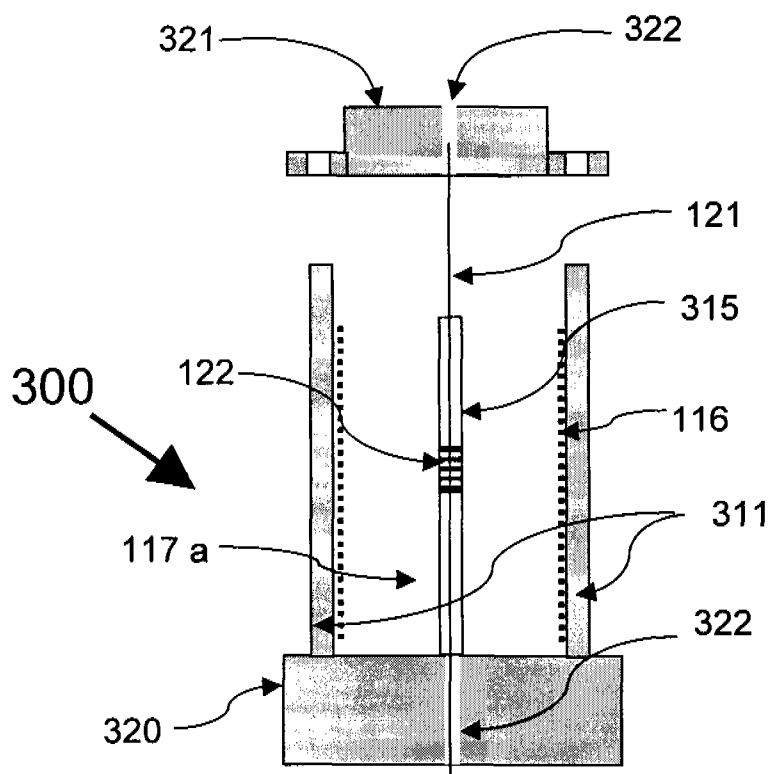


FIG. 13

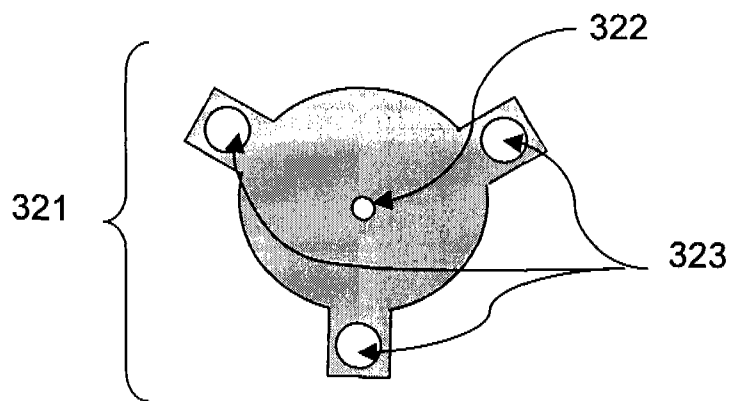


FIG. 14

225
20

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO ORIGINAL DE CAJA : 09 - 8,139
FECHA : FEBRERO 2 DE 2009

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 05-052807- -00008-0000

Fecha: 2009-02-16 16:46:12 Dep 2020 NULCRLACION
Tra 2 PALENTES Eve 1 REGDEPOSITO
Act 444 RESPULSTARLOQUE Folios: 42

***** CONSIGNACION *****

POSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	19779104	02/02/2009	29,003,000.00

***** CONCEPTO *****

CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-03 CAMBIO DE MODALIDAD Y MODIFICA	
12 MARCAS Y LEMAS COMERCIALES	111,000.00
TOTAL :	\$ 111,000.00

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

Cdo 00795-801-023-8

RADICACIÓN	TIPO UNIDAD DE CONSERVACIÓN	FOLIOS	CONTENIDO						Cual
			CR	FB	C	F	DB	Otros Documentos	
05052807	PAPEL	23					1		

Convenciones: CR: Copias de Resoluciones FB: Formato Blanco C: Copias F: Fotocopias DB: Documento en Blanco

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

2020

Bogotá, D.C., (03, 04, 2009)

Abogado

Emilio Ferrero

ASUNTO**Radicación****05-52.807****Trámite****002****Evento****001****Actuación****430****Oficio****No 4 3 9 0****Folios****004****Patente de Invención**☒**Patente de Modelo de Utilidad**☐

Como resultado del examen de fondo, realizado con fundamento en el artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica:

1. Documentos estudiados**1.1 Descripción:**Folios: 55 a 93 como se radicó inicialmenteFolios: 192 a 210 del memorial del 2009-II-16**1.2 Reivindicaciones:**Folios: 94 a 101 como se radicó inicialmenteFolios: 211 a 215 del memorial del 2009-II-16**1.3 Dibujos:**Folios a como se radicó inicialmenteFolios 214 a 224 del memorial del 2009-II-16

1.4 Oposiciones: Como se informa en el folio 174 no se presentaron oposiciones por parte de terceros.

2. Modificaciones no aceptadas (artículo 34 D.486)

El último pliego de reivindicaciones modificado no se acepta porque la nueva reivindicación independiente no tiene sustento descriptivo debido a que, en dicho aparte de la descripción calificada en el traslado, no se divulga lo relacionado en dicha reclamación, de la forma ahora presentada, por lo que va más allá de lo permitido por el artículo 34. De ahí, resulta evidente que las reivindicaciones dependientes no son aceptables puesto que no dependen de un que tenga sustento descriptivo en el documento inicial.

Por lo precedente NO se acepta el último pliego y, consecuentemente, las objeciones trasladadas en el oficio pasado quedan vigentes en su totalidad.

No obstante, se considera importante hacer una serie de observaciones para que el solicitante haga las aclaraciones correspondientes.

En primer la reivindicación 1 del nuevo pliego no es clara porque, de un lado, relaciona un aparte a) pero **no** existe un aparte b), si NO lo hay entonces ¿por qué se incluye el a)?; de otro lado, un producto DEBE ser definido mediante características de estructura o función, pero no mediante una mezcla pues eso **no** se permite y, curiosamente, no

incluye numerales posicionales que faciliten su inteligibilidad.

Cabe precisar que si una solicitud revela un producto con características de estructura y/o de función eso no significa que en las reivindicaciones se planteen los aspectos conjuntamente sino que debe haber una independiente para las características de estructura y otra para las de función, en las que debe haber por lo menos una característica patentable en común para que la unidad de invención no se vea afectada.

En todas las dependientes se introdujo el termino "en donde", que no es equivalente a caracterizado por.

3. Objeto de la invención

Según la descripción, el objeto de la solicitud consiste en suministrar un sensor de pH de fibra óptica para medir el pH en soluciones acuosas.

De otra parte, el pliego reivindica: sensor de pH para medir el pH acuosas utilizando una fibra óptica, relacionado en las reivindicaciones 1 a 3, 13; sensor de pH para medir el pH acuosas utilizando una fibra óptica, relacionado en las reivindicaciones 5, 14; sensor de pH para medir el pH acuosas utilizando una fibra óptica, relacionado en las reivindicaciones 6, 7, 15 a 18.

Según la IPC la clasificación del objeto reclamado es G01N 21/80 ; 21/45 // G02B 6/00.

4. De la solicitud de Patente

4.1 Descripción (artículo 28 D. 486)

La nueva especificación, si bien soluciona algunos errores de transcripción, redacción y traducción, introduce nuevos errores de manera sorprendente para nosotros puesto que tanto el documento en portugués inicialmente radicado como la traducción calificada NO contaba con esos errores y que, probablemente, la representación introdujo pues no se limitó a corregir lo que se había objetado o porque desconoce las normas y el procedimiento establecidos.

El solicitante debe revisar el empleo de los puntos y las comas en relación con los guarismos que aparecen en la solicitud.

Es necesario precisar que, en Colombia las **comas** se deben usar solo para separar los números enteros de los decimales, de acuerdo a las reglas de escritura del **Sistema Internacional de Unidades**, que se basa en las normas ISO (International Organization for Standardization; consultar la norma ISO 31-0:1992). Se puede admitir el punto para separar los decimales **únicamente** en los textos en inglés (citas o copias de documentos originales) según lo dispuesto por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) en 1997.

Como guía para aplicar la notación numérica en el Sistema Internacional de Unidades **SI**, respecto a las cifras incluidas en el expediente, se ofrece el siguiente:

Debe dejarse un espacio entre grupos de 3 dígitos, tanto a la izquierda como a la derecha de la coma (por ejemplo: 15 739,012 53; consultar la norma ISO 31-0, Parte 3). En números de cuatro dígitos puede omitirse dicho espacio. La coma **no debe usarse** como separador de los miles, millones, etc.

Lo anterior se sustenta en los decretos 1731 de 1967, 3464 de 1980 y 3460 de 1984, en los que se dispuso adoptar en el país el uso del Sistema Internacional de Unidades (SI) como sistema obligatorio.

El Decreto 3460 de 1984, artículo 1 señala: "Adoptar el Sistema Internacional de Unidades, SI, como sistema obligatorio de unidades en materia de metrología en el territorio de la República de Colombia", (subrayado fuera de texto). La Norma Técnica Colombiana Oficial Obligatoria 1000, describe el Sistema Internacional de Unidades e indica el uso de las unidades que lo conforman.

Por último, la Superintendencia de Industria y Comercio expidió el 25 octubre de 1991 la resolución 1823, por la cual se implanta el Sistema Internacional de Unidades en todos los sectores de la industria y el comercio y que, obviamente, debe extenderse a todos los documentos oficiales.

A la luz de lo precedente, las cifras y decimales incluidos en las páginas 3, 7 a 12, 14, 16 a 19 de la nueva descripción y, reivindicaciones 10 y 11 **no** cumplen lo establecido en las normas.

Por los anteriores motivos, la descripción no cumple las disposiciones del artículo 28.

4.2 Reivindicaciones (artículo 30 D 486)

Lo presentado como reivindicaciones no define la materia que se desea proteger porque no es posible determinar cual es la mejora aportada por el solicitante al estado del arte; no tienen sustento descriptivo porque en ese aparte no divulga ni la forma de ejecutar o fabricar el transductor ni un método para fabricar dicho aparato; y, parecen ser una iteración de algunos apartes de la descripción, mas no la definición de una solución técnica nueva.

En las reivindicaciones 1, 5, 6 se incluyen explicaciones relativas al uso o efectos de este, que son ajenas a la definición que se debería dar al objeto que se desea proteger, en: "... para medir el pH... utilizando una fibra óptica", y, "... y donde la variación del pH... medida por técnicas usuales de lectura de longitud de onda"; se incluyó el termino "...generalmente cilíndrico..." que es facultativo y no sirve para delimitar una característica de la protección solicitada, por lo que es deseable, sea retirado. En caso contrario, se deberá explicar por que se deja incluido.

La reivindicación 4 no tiene enlace lógico con la independiente porque no aclara o delimita alguna característica incluida en aquella, se sale del ámbito de la protección y se redactó en términos de un método, lo que **no** se permite.

Las reivindicaciones 8 a 12 y 19 a 24 quedaron mal referenciadas debido a que la regla 123. quíntos 4). a). de la ley tipo no se cumple, que la oficina ha venido utilizando en su procedimiento de calificación, dicha regla, (ver párrafo 64 de la "Guía para los países en desarrollo sobre el examen de las solicitudes de patentes"), establece que:

"Una reivindicación es **"dependiente múltiple"** si depende de más de una reivindicación precedente. Tal dependencia solo puede ser alternativa y **no** puede servir de base a otra dependencia múltiple... por ejemplo, si la tercera reivindicación ha de referirse a las dos precedentes sólo podrá hacerlo mediante la formula "conforme a (según) una de las reivindicaciones 1 ó 2" y **no** mediante la formula, "de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2"; la cuarta reivindicación, a su vez, **no podrá** referirse a la tercera y a otra..."

Las reivindicaciones 22 a 24 no tienen enlace lógico con una independiente dado que no aclaran o delimitan una característica incluida en aquella, se salen del tema puesto que hacen referencia al uso que se le da al objeto en determinadas circunstancias como "...aplicarlo (usarlo) en pozos inteligentes... para medir la presión...", "...mide el pH..." y "mide el pH en tuberías...", razones por las deberán retirarse.

Por último, como es bien conocido por todos, una solicitud solo puede incluir solo una reivindicación independiente por cada categoría seguida, cada una de ellas, por una o más dependientes; se puede admitir más de una independiente por cada categoría, siempre y cuando **NO** sea posible definir la solución en una sola reivindicación y que se cumpla una de las condiciones siguientes:

- a. que se trate de dos objetos concebidos uno en función de otro, como una llave o una cerradura o un transmisor y un receptor.
- b. que se relacione a un compuesto activo y la preparación o mezcla que lo contenga.
- c. se refieran a dos procedimientos que, por caminos análogos, permitan llegar al mismo producto final.

Las reivindicaciones 1, 5, 6 y sus respectivas dependientes **NO** cumplen ninguna de las condiciones antes citadas, además, se relacionan al mismo objeto y las diferencias entre unas y otras se limita a la definición de la materia que se trata de proteger y a algunos términos allí incluidos, por estas razones el pliego no es conciso.

Aún más, el pliego como un todo carece de claridad debido a que la pluralidad de reivindicaciones independientes hace difícil establecer la materia para la que se busca protección y coloca una carga indebida en la oficina para establecer el alcance de dicha protección.

Por lo antes expuesto, se concluye que las reivindicaciones calificadas no cumplen las disposiciones del artículo 30.

5. Unidad de invención (artículo 25 D 486)

Para efectos de este examen se considera que el pliego calificado se dirige a un único objeto, por lo que cumple el requisito establecido.

De forma similar, el estado de la técnica y el análisis de la patentabilidad es el mismo trasladado en el oficio No 12.713, que se mantienen completamente.

Respecto a los alegatos de la respuesta, de un lado, ellos serán contestados en el próximo paso, pues **NO** se dará ninguna oportunidad más para subsanar, al momento de tomar la decisión definitiva. De otro lado, se deja en claro que el examinador es quien decide si hay o no motivos para hacer un segundo traslado.

En cumplimiento del artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le indica que debe dar respuesta dentro del término de 60 días contados a partir de la fecha de notificación de la presente comunicación. En caso de no dar respuesta al presente requerimiento, o si a pesar de la respuesta subsistieran los impedimentos para la concesión, se denegará la patente.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única N° 10 de 2001.

ALIX CARMENZA CÉSPEDES DE VERGEL
Jefe de División de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista, de fecha 16 ABR. 2009

CONCEPTO TÉCNICO No. 1.086

EXAMINADOR TÉCNICO
Código No.202004