(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 562 858**

(21) Número de solicitud: 201500704

(51) Int. Cl.:

C08F 228/00 (2006.01)
C08F 236/20 (2006.01)
C08F 2/08 (2006.01)
B01J 20/26 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)
C02F 101/20 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

30.09.2015

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

08.03.2016

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (100.0%)
Sección de Contratos y Patentes OTRI-UCM, C/ Donoso Cortés, 65
28015 Madrid ES

(72) Inventor/es:

MUÑOZ OLIVAS, María Riansares;
CÁMARA RICA, Carmen;
MANCHEÑO REAL, María José y
ZARCO FERNÁNDEZ, Sonia

(54) Título: **Polímero para la inmovilización de especies de mercurio**

(57) Resumen:

Polímero para la inmovilización de especies de mercurio.

La elevada toxicidad del mercurio hace necesaria la búsqueda de métodos de limpieza y recuperación de espacios contaminados. Se presenta un nuevo material polimérico altamente eficaz en dicha captura que presenta, además, una afinidad selectiva hacia distintas especies de mercurio.

El polímero se obtiene por polimerización radicalaria de un monómero derivado de tiourea y NOBE.

El nuevo material puede constituir una herramienta novedosa como sistema de limpieza en aguas residuales, vertidos o lixiviados procedentes de fuentes antropogénicas de mercurio, así como elemento de detoxificación de espacios en los que el mercurio se encuentre presente en cualquiera de sus formas más volátiles.

ES 2 562 858 A1

DESCRIPCIÓN

Polímero para la inmovilización de especies de mercurio

Sector de la Técnica

La presente invención pertenece al campo de adsorbentes para descontaminación de suelos y/o aguas y tratamiento de residuos. De forma más concreta, se refiere a un material polimérico para la adsorción de mercurio en sus posibles estados.

Estado de la técnica

La elevada toxicidad del mercurio y, especialmente, de sus compuestos orgánicos, hace necesaria la búsqueda de métodos de limpieza y recuperación de espacios contaminados de manera realista y económica *(Remediation Techniques for Hg-Contaminated Sites.* M. Hempel, J. Thoeming In: Mercury Contaminated Sites, Characterization, Risk Assessment and Remediation, R.Ebinghaus, R.R. Turner, L.D. de Lacerda, O. Vasiliev and W. Salomons (Eds.), SpringerPublishing, New York, NY., **1999**, p. 113-130).

Existen técnicas externas (*ex-situ*) en las que se separan físicamente el suelo o material contaminado (excavados) y, generalmente, se tratan térmicamente para recuperar después el Hg. Otro tratamiento muy aplicado a los suelos excavados son los agentes extractantes como hipoclorito sódico (*Treatment technologies for mercury in soil, waste, and water*; EPA Report EPA-542-R-07-003, United States Environmental Protection Agency (EPA), **2007**).

Las técnicas *in-situ* están menos implementadas que las anteriores pero se tiende a su implementación en todos los ámbitos. Generalmente, implican la extracción del Hg con vapor caliente mediante agentes lixiviantes que solubilicen el Hg para recuperarlo. Sin embargo, las agencias reguladoras no son partidarias de adicionar compuestos químicos muy reactivos a suelos ya contaminados (*Fractionation studies of mercury in soils and sediments: a review of the chemical reagents used for mercury extraction*, N. Issaro, C. Abi-Ghanem, A. Bermond, Analytica Chimica Acta, **2009**, 631(1), 1-

12). Además, no sirve para compuestos que pueden estar fuertemente adsorbidos en la fracción del suelo (como HgS) y que pueden ir lixiviando muy lentamente.

La bioremediación también es una alternativa; sin embargo, es un proceso muy lento que plantea el problema de limitar el acceso de las plantas hipercacumuladoras a la fauna, que podría verse afectada (*Current research for bioremediation of mercury*, I. Wagner-Doebler, In: Bioremediation of mercury, Edited by Wagner-Doebler, Irene, **2013**, 1-16).

Cuando es muy difícil aplicar cualquiera de los métodos anteriores, se recurre a métodos de contención que suelen emplear barreras impermeables (bentonita + suelo nativo) y, por último, los métodos de inmovilización y solidificación que conllevan la mezcla en suelos excavados o *in-situ* de materiales que estabilizan el mercurio mediante formación de especies muy insolubles o muy estables en las condiciones físico-químicas de la zona.

Dentro de estos estabilizantes, se han empleado, de forma más clásica, materiales inorgánicos como carbonato cálcico, silicatos, cenizas volantes, zeolitas, arcillas o carbón activo; pero tienen una débil afinidad por el Hg y, por tanto, poca capacidad de retención (*Mercury removal from water by ion exchange resins adsorption*, S. Chiarle, M. Ratto, M. Rovvati, Water Res. , **2000**, 34, 2971–2978; *Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water: a review*, S. Babel, T.A. Kurniawan, J Hazard Mater, **2003**, 97:219–243; *Removal of heavy metals from water by means of natural zeolites*, G. Blanchard, M. Maunaye, G. Martin, Water Res., **1984**, 18, 1501–1507). Por ello, se han sintetizado numerosos polímeros orgánicos mucho más selectivos y, por tanto, más eficientes por su mayor capacidad de captar mercurio (*Usage of chitosan on the complexation of heavy metal contents and vertical distribution of Hg(II) and Cr(VI) in different textural artificially contaminated soils*, Y. Huan, L. Gang, Environ Earth Sci, **2015**, 73:2483–2488; *Recovery Material for Mercury Ions Based on a Polyallylamine Hydrogel with Thiourea Groups at Cross-Linking Points,* N. Daisuke, D. Takehiro, K. Satoshi, I. Kenji, Industrial and Engineering Chemical Research, **2014**, 53, 3300; *Mercury nano-trap for effective and*

efficient removal of mercury(II) from aqueous solution, L. Baiyan, Z. Yiming, M. Dingxuan, S. Zhan, M. Shengqian, Nature Communications, DOI: 10.1038/ncomms6537; *Chelating resins for mercury extraction based on grafting of polyacrylamide chains onto styrenedivinylbenzene copolymers by gamma irradiation,* L.C. Costa, A.S. Gomes, F. Coutinho, V.G. Teixeira, Reactive & Functional Polymers, **2010**, 70, 738-746).

Por otro lado, se estima que la emisión anual de mercurio a la atmósfera, procedente de la actividad industrial, está en torno a 1.000 – 6.000 T/año, lo cual constituye un problema medioambiental sumamente grave. La inyección de adsorbentes sólidos ha demostrado ser un método eficaz en la captura del mercurio gas, siendo el carbón activo impregnado con distintos componentes el de mayor disponibilidad comercial (*Adsorbents for capturing mercury in coal-fired boiler flue gas*, H. Yanga, Z. Xua, M. Fanb, A. E Blandc, R. R. Judkins Journal of Hazardous Materials, **2007**,146, 1–11).

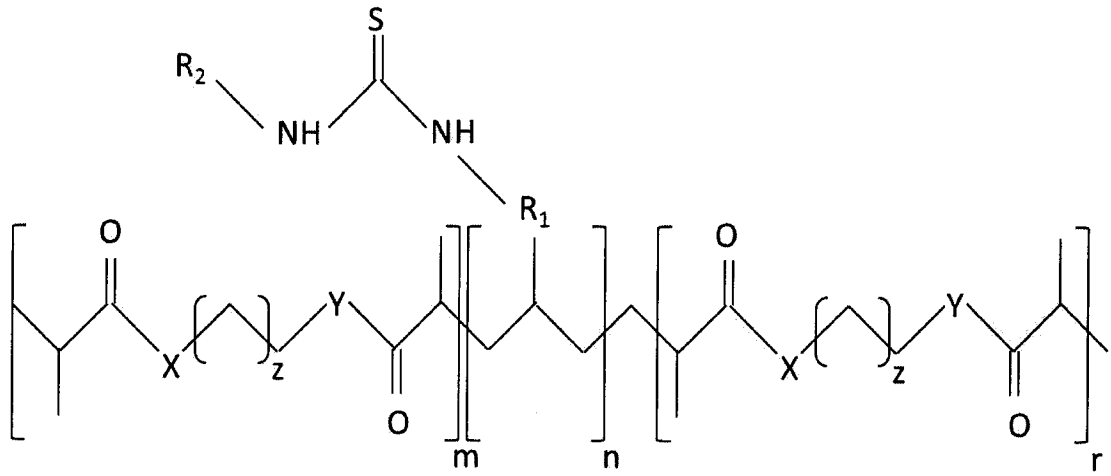
Aun así, sigue siendo necesario el desarrollo de nuevos materiales altamente eficaces en la captura de mercurio que, además, presenten una afinidad selectiva hacia el mercurio en presencia de toros gases habituales en atmósferas de combustión constituyendo, por tanto, uno de los retos actuales en la protección del medio ambiente.

Descripción detallada de la invención

Polímero para la inmovilización de especies de mercurio.

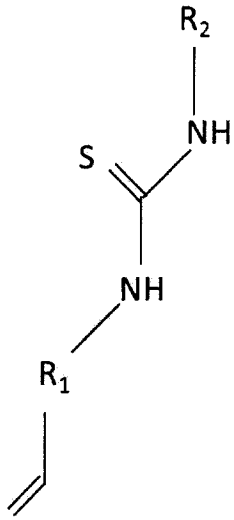
En la presente invención se propone un nuevo material polimérico con elevada selectividad y capacidad de retención hacia diferentes especies de mercurio. Presenta alta eficacia tanto en matrices salinas como agua de mar sin necesidad de tratamiento previo de la muestra. Su aplicación en muestras medioambientales, como son los lixiviados procedentes de antiguas minas de mercurio, ha demostrado que el polímero tiene una capacidad de retención superior al 95%. Adicionalmente, se ha comprobado que su capacidad de retener mercurio elemental es muy elevada y con una cinética extremadamente rápida.

La síntesis del polímero (de fórmula general I) se lleva a cabo mediante polimerización utilizando como reactivos un monómero derivado de tiourea (de fórmula general II, donde R_1 y R_2 son grupos arilo o alquilo), y un entrecruzante (de fórmula general III donde z ≤ 3, y R_3 y R_4 pueden ser hidrógeno, metilo, alquilo o arilo) en presencia de un iniciador radicalario y un disolvente.

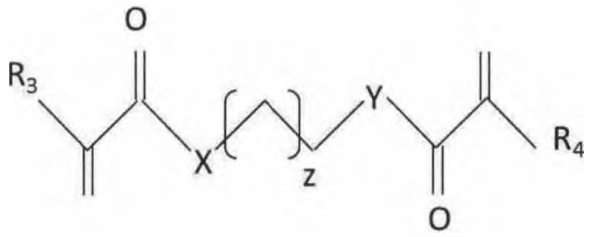


X: O, NH, S
Y: O, NH, S
$z \leq 3$
$m, n, r \geq 1$

(I)

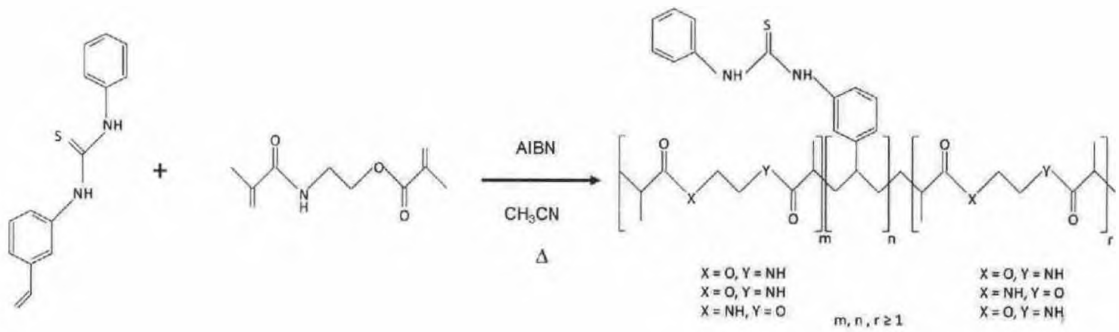


(II)



(III)

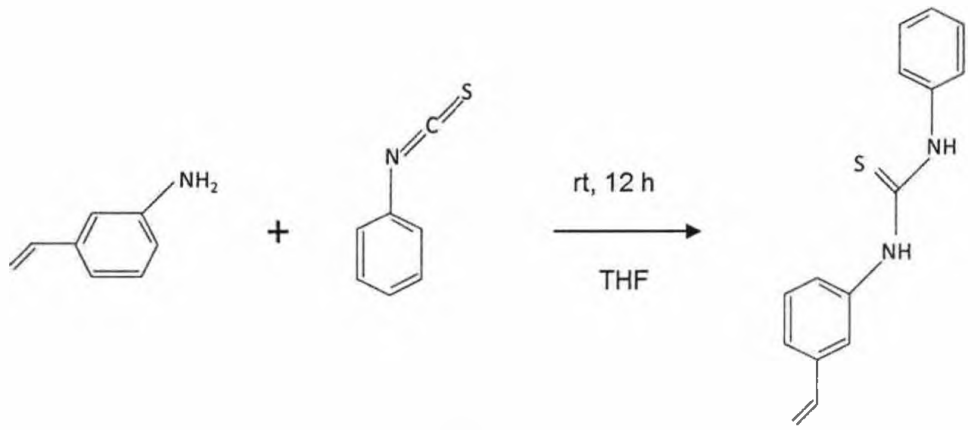
En el Esquema 1 se muestra la síntesis, para un caso concreto, del polímero (P1) donde se emplea como monómero 1-fenil-3-(3-vinilfenil) tiourea y como entrecruzante acritalo de 2-acriloilamidoetilo (NOBE), en presencia de azobisisobutironitrilo (AIBN) en acetonitrilo como disolvente.



(P1)

Esquema 1

El monómero I (1-fenil-3-(3-vinilfenil) tiourea) se puede sintetizar a partir de una disolución de fenilisocianato añadiendo 3-vinilanilina en THF (esquema 2)



Esquema 2

El polímero obtenido, por su alta capacidad de retención hacia diferentes especies de mercurio, puede constituir una herramienta novedosa como sistema de limpieza de aguas residuales, vertidos o lixiviados procedentes de fuentes antropogénicas de mercurio, como adsorbente para preconcentración de muestras en el análisis de especies de mercurio, así como elemento de destoxificación de espacios en los que dicho elemento se encuentre presente en cualquiera de sus formas más volátiles, como puede ser la emisión de mercurio procedente de la actividad industrial.

Descripción de las figuras

La figura 1 muestra el esquema general del método empleado para la retención de las especies de mercurio y validación utilizando el polímero descrito (P1).

La figura 2 esquematiza la retención del mercurio vapor mediante el polímero (P1).

Modo de realización de la invención

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, los cuales no pretenden ser limitativos de su alcance.

Se utilizan técnicas de Schlenk para las reacciones sensibles a la humedad. La purificación del monómero se lleva a cabo mediante cromatografía en columna con Silica gel (Merk, 230-400 mesh). Los espectros de RMN se registran a 22^0C in $CDCl_3$ en un Bruker Avance DPX 300 (300 MHz for ^{1}H, 75 MHz for ^{13}C). Los espectros de IR se realizan con un espectrómetro Brüker Tensor 27 (MIR 8000-400 cm^{-1}). Los espectros de masas (MS /EI) se realizaron en un espectrómetro MAT95 XP.

El polímero se testa mediante su estudio en cartuchos de extracción en fase sólida, optimizando la retención. La cuantificación y validación del mercurio se lleva a cabo mediante las técnicas CV-AFS y la utilización del equipo DMA-80.

Ejemplo 1

En este ejemplo de muestra la síntesis del monómero 1, 1-fenil-3-(3-vinilfenil) tiourea (Esquema 2).

Sobre una disolución de fenilisocianato (1.1 mmol) se añade 3- vinilanilina (1 mmol) en THF. La mezcla se agita a temperatura ambiente toda la noche. El disolvente se elimina a vacío y la mezcla de reacción se purifica por cromatografía en gel de sílice (Hexano/DCM).

Se obtiene 1-fenil-3-(3-vinilfenil) tiourea como un aceite blanco altamente viscoso (90%).^{1}H RMN($CDCl_3$): 7.79 (bs, 2 H, NH), 7-45-7.26 (m, 9 H, ArH), 6.69 (dd, J = 17, J = 11 Hz, 1H), 5.76 (d, J = 17 Hz, 1H), 5.31 (d, J = 17 Hz, 1H).^{13}CRNM ($CDCl_3$): 139.0, 137.4, 137.1, 135.8, 129.5, 129.4, 126.9, 125.1, 124.7, 124.4, 122.8. IR (DCM): 3361, 3175, 3044, 1596, 1582, 1524, 1493, 1262, 730, 692 cm^{-1}. MS(EI): 254.09 ($M^{+\cdot}$, 36%), 228.1 (61%), 161 (63%), 135 (77%), 119 (81%), 93 (100%), 77 (85%).

Ejemplo 2

En este ejemplo se representa la síntesis del polímero P1 (esquema 1).

La polimerización se llevó a cabo en botes topacio en atmósfera de argón, utilizando una placa calefactora con agitación, manteniendo una temperatura de 65 °C con agitación constante durante 24 h. El procedimiento a seguir fue el siguiente: se introducen 0,13 mmol (35 mg) del monómero **1** disueltos en 4 mL de acetonitrilo (pureza HPLC), 3 mmol de NOBE (600 mg) y posteriormente el iniciador (AIBN). La mezcla se agita a 65 °C durante 24 h. El precipitado obtenido se filtra, se lava con MeCN y se seca obteniéndose 400 mg de un sólido blanco.

Ejemplo 3

En este ejemplo se muestra la retención de distintas especies de Mercurio. (Figura 1) sobre le polímero P1.

Se utiliza el material polimérico como soporte en cartuchos de vidrio de 6 mL dotados con fritas de teflón de 0,22 micras. La cantidad depositada en los cartuchos fue de 10 mg de polímero, llevándose a cabo la retención del mercurio, tras acondicionar el polímero de forma adecuada:

- Acondicionamiento del material con 1 mL de HCl 2M en metanol y 1 mL H2O Milli-Q
- Carga: 0.2 mL de distintas concentraciones de Hg (II) yCH3Hg en agua, tanto individual como conjuntamente.

La capacidad máxima de absorción del polímero encontrada fue de 1 g de Hg/g polímero (tanto para el Hg2+ como para el CH3Hg), sin haberlo llegado a saturar en ningún caso.

Ejemplo 4

Aplicación a muestras reales: lixiviados procedentes de minas de mercurio.

En primer lugar las muestras se estabilizan con 0,1 M de ácido nítrico para su conservación. A continuación se procede a realizar las etapas descritas previamente. Los resultados obtenidos nos revelan una retención de Hg en cualquiera de sus formas solubles >95%. Las concentraciones nominales de Hg en los lixiviados suministrados por MAYASA: MH, ME, M21, M22, M23 eran de 8, 21, 33, 16, 1280 μg/L, respectivamente.

Ejemplo 5

Se muestra la retención del mercurio vapor (Figura 2).

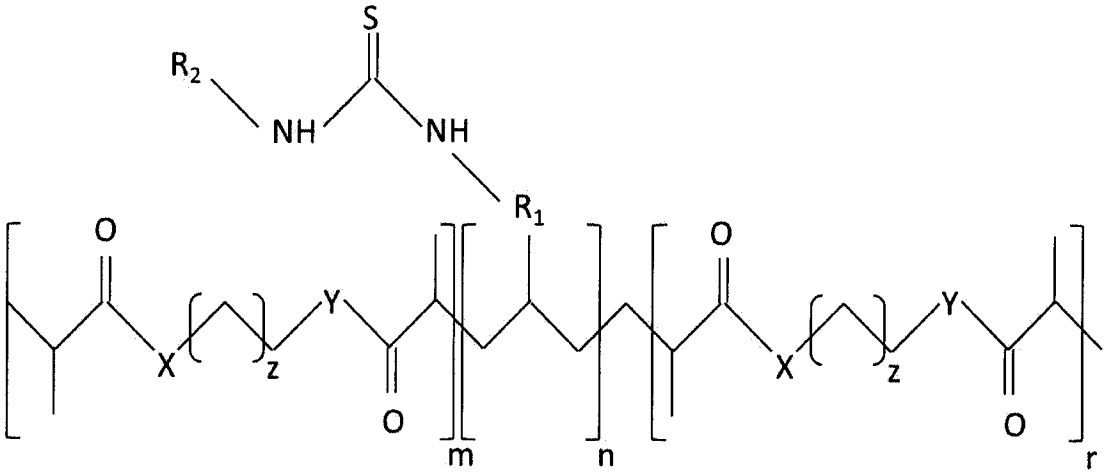
Se utilizan 25 mg del material polimérico como filtro, entre dos fritas tal y como se especifica en la figura 4 (2). La generación de mercurio elemental vapor se ha llevado a cabo por reducción de $HgCl_2$ con $SnCl_2$ (1). La capacidad máxima de absorción encontrada fue de 1.57 mg de Hg/g polímero.

Los resultados permiten demostrar la existencia de selectividad de este material hacia el mercurio al realizar un estudio de reactividad cruzada.

Por otro lado, el estudio de las isotermas permite afirmar la alta afinidad del material obtenido hacia el mercurio en sus diversas formas.

REIVINDICACIONES

1. Polímero de fórmula general I



X: O, NH, S
Y: O, NH, S
$z \leq 3$
$m, n, r \geq 1$

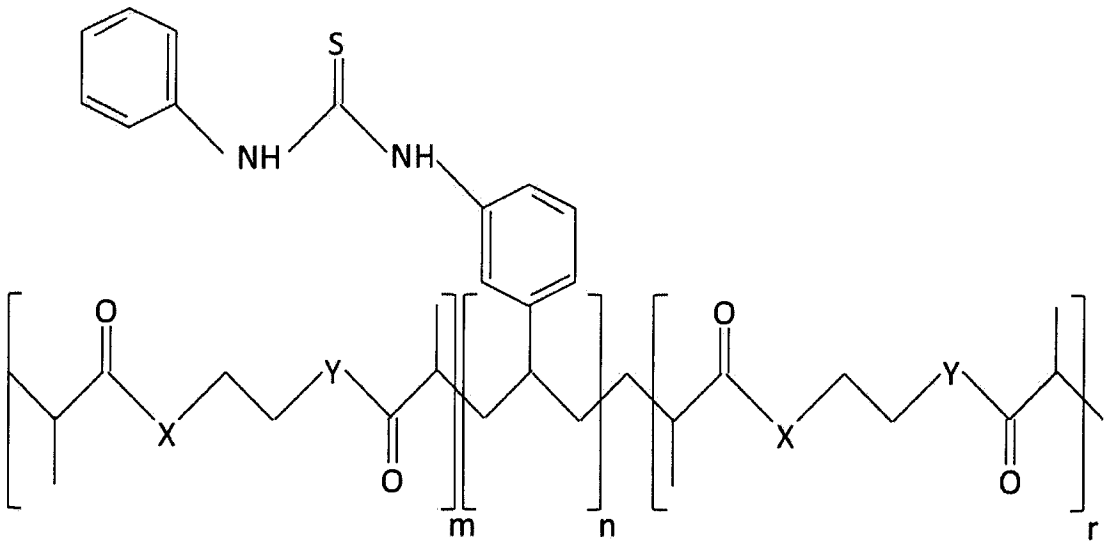
(I)

donde :

R_1 es un grupo alquilo o arilo

R_2 es un grupo alquilo o arilo

2. Polímero (P1), según reivindicación 1, donde R_1 y R_2 son fenilo y z = 1



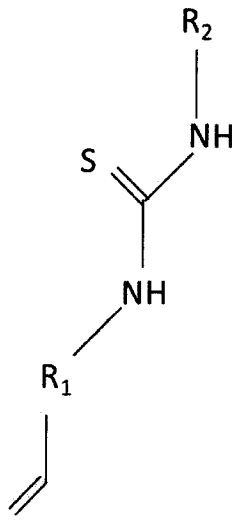
X = O, Y = NH
X = O, Y = NH
X = NH, Y = O

X = O, Y = NH
X = NH, Y = O
X = O, Y = NH

m, n , r ≥ 1

(P1)

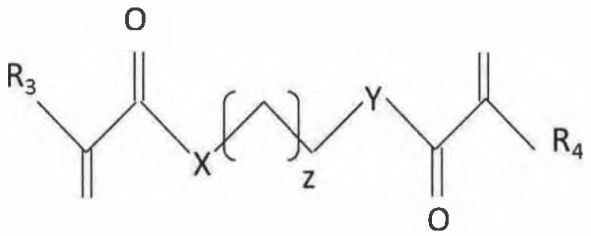
3. Procedimiento de síntesis del polímero de fórmula general I mediante polimerización radicaliaria de un monómero derivado de tiourea (II):



(II)

donde R_1 y R_2 puede ser grupos arilo o alquilo

y un entrecruzante (III):



(III)

donde z ≤ 3, y R_3 y R_4 pueden ser hidrógeno, metilo, alquilo o arilo

en presencia de un iniciador radicalario y un disolvente.

1. Procedimiento de síntesis del polímero de fórmula P1, según reivindicación 2, mediante polimerización radicalaria de 1-fenil-3-(3-vinilfenil) tiourea y acrilato de 2-acriloilamidoetilo (NOBE).

2. Procedimiento de síntesis del polímero de fórmula general P1, según reivindicación 4, en presencia de azobisiobutironitrilo como iniciador y acetonitrilo como disolvente, manteniendo una temperatura de 65°C con agitación constante durante 24 horas y, posteriormente, filtrando y lavando el precipitado obtenido.

3. Procedimiento de síntesis del monómero 1-fenil-3-(3-vinilfenil) tiourea a partir de una disolución de fenilisocianato añadiendo 3-vinilanilina en THF y agitando a temperatura ambiente.

4. Uso del polímero de fórmula general I, según reivindicación 1, como medio de captura de especies de mercurio.

5. Uso del polímero de fórmula P1, según reivindicación 2, como adsorbente para preconcentración de muestras en el análisis de especies de mercurio.

9. Uso del polímero de fórmula P1, según reivindicación 2, como sorbente de emisiones de mercurio procedente de la actividad industrial.

10. Uso del polímero de fórmula P1, según reivindicación 2, para descontaminación de suelos o aguas.

11. Uso del polímero de fórmula 1 P1, según reivindicación 2, para limpieza y recuperación de medios contaminados con mercurio.

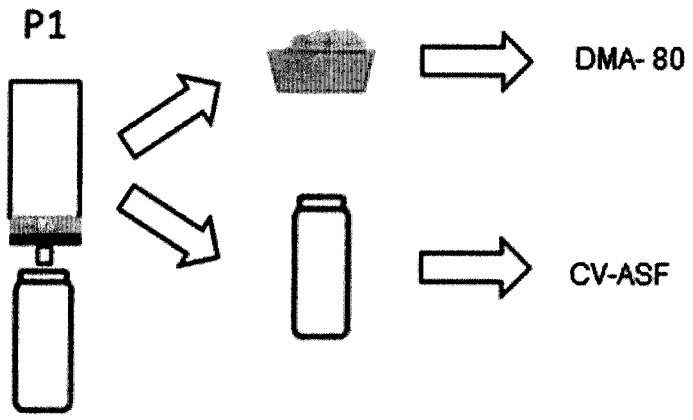


Figura 1

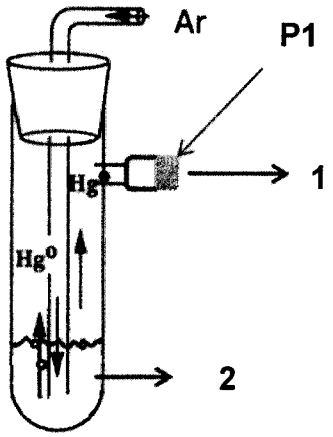


Figura 2

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201500704

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 30.09.2015

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	KUGIMIYA, A. & TAKEI, H. "Preparation of molecularly imprinted polymers with thiourea group for phosphate". Analytica Chimica Acta 2006, Volumen 564, Número 2, páginas 179-183. Ver página 179, resumen y apartado 2.2; página 180, figura 1; página 181, apartado 2.3. & RN: 890928-84-4. Éster 1,2-etanodienilo del ácido 2-metil-2-propenoico, polímero con N-(4-etenilfenil)-N'-metiltiourea. [Disponible el 07.07.2006]. Base de datos: REGISTRY [en línea] [recuperado el 18.02.2016]. Recuperado de STN Internacional, Columbus, Ohio (EE.UU.).	1,3,6
A	ZARCO-FERNÁNDEZ, S. et al. "A new specific polymeric material for mercury speciation: Application to environmental and food samples". Analytica Chimica Acta 2015, Volumen 897, páginas 109-115. [Disponible en línea el 12.09.2015]. Ver página 109, resumen y resumen gráfico.	1-11
A	DD 212190 A1 (VEB CHEMIEKOMB BITTERFELD) 08.08.1984, (resumen) [en línea] [recuperado el 22.02.2016]. Recuperado de la base de datos WPI/Thomson. Número de Acceso AN: 1984-300887.	1-11
A	US 3994719 A (CORTE, H. et al.) 30.11.1976, columna 1, líneas 8-12; reivindicaciones 1,16.	1-11
A	LIU, Y. et al. "Thermo and pH sensitive fluorescent polymer sensor for metal cations in aqueous solution". Polymers for Advanced Technologies 2008, Volumen 19, páginas 137-143. Ver página 137, resumen; página 139, esquema 1.	1-11
A	ES 2014636 A6 (AMERICAN CYANAMID COMPANY) 16.07.1990, página 2, líneas 3-8; reivindicación 1.	1-11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
29.02.2016	G. Esteban García	1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

C08F228/00 (2006.01)
C08F236/20 (2006.01)
C08F2/08 (2006.01)
B01J20/26 (2006.01)
C02F1/28 (2006.01)
C02F101/20 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C08F, B01J, C02F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, REGISTRY, HCAPLUS, NPL, BIOSIS, MEDLINE, EMBASE, NCBI, GOOGLE SCHOLAR

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.02.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	2,4-11	**SI**
	Reivindicaciones	1,3	**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	2,4,5,7-11	**SI**
	Reivindicaciones	1,3,6	**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	KUGIMIYA, A. & TAKEI, H. Analytica Chimica Acta 2006, Vol. 564, Nº 2, pp. 179-183. & RN: 890928-84-4. BD: REGISTRY	2006

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un polímero de fórmula general **I**; un procedimiento para su síntesis mediante polimerización radicalaria de un monómero derivado de tiourea **II** y un agente entrecruzante **III**; y el uso del polímero como medio de captura de especies de **mercurio**.

Novedad (Artículo 6.2 de la Ley de Patentes 11/1986):

El documento D01 divulga polímeros de impronta molecular selectivos para fosfato que se obtienen a partir de dos tipos de monómeros funcionales, como son la 1-alil-2-tiourea y la N-metil-N'-(4-vinilfenil)-tiourea, que se incluye dentro de la fórmula general **II** de la invención cuando en ésta R_1 es fenilo y R_2 es metilo (ver página 179, resumen) y que a su vez se sintetiza por reacción de 4-aminoestireno con metiltioisocianato (ver página 179, apartado 2.2). Los polímeros de impronta molecular se preparan a partir de uno de estos monómeros por medio de una reacción de polimerización radicalaria junto a un agente entrecruzante, como es el dimetacrilato de etilenglicol, que responde a la fórmula **III** de la invención (siendo en ésta R_3 y R_4 metilo, y X e Y sendos átomos de oxígeno), y en presencia de 2,2'-diazabisisobutironitrilo como iniciador (ver página 181, apartado 2.3; página 180, figura 1). Así, la utilización de N-metil-N'-(4-vinilfenil)-tiourea como monómero conducirá al polímero de la invención (RN: 890928-84-4).

Por tanto, se considera que el objeto de las reivindicaciones **1**, **3** no es nuevo según lo divulgado en el documento D01.

Actividad inventiva (Artículo 8.2 de la Ley de Patentes 11/1986):

El objeto de la reivindicación **6** es un procedimiento de síntesis del monómero 1-fenil-3-(3-vinilfenil)tiourea a partir de una disolución de fenilisocianato y 3-vinilanilina.

Aunque el documento D01 no divulga explícitamente la síntesis de 1-fenil-3-(3-vinilfenil)tiourea, sí divulga la obtención de N-metil-N'-(4-vinilfenil)-tiourea, compuesto que se diferencia del primero en que posee un grupo metilo en lugar de un fenilo como sustituyente en posición 1 de la tiourea, mediante un procedimiento análogo. Por lo tanto, se considera que el experto en la materia, a la luz de lo divulgado en el documento D01, se plantearía, con razonables expectativas de éxito, la sustitución de metilisotiocianato por fenilisotiocianato como producto de partida para la obtención del derivado que posee un sustituyente fenilo en lugar de un metilo en posición 1 de la tiourea, sin que ello requiera el ejercicio de actividad inventiva por su parte.

En consecuencia, se considera que el objeto de la reivindicación **6** no posee actividad inventiva respecto a lo divulgado en el documento D01.

Sin embargo, no se ha encontrado en el estado de la técnica divulgación ni sugerencia alguna que pudiera dirigir al experto en la materia hacia un polímero de fórmula general **P1**, en el que R_1 y R_2 son fenilo (reivindicación dependiente **2**) y, por tanto, tampoco hacia un procedimiento de obtención del mismo (reivindicaciones dependientes **4** y **5**). Del mismo modo, tampoco se ha encontrado sugerencia alguna que pudiera dirigir al experto en la materia hacia la invención recogida en las reivindicaciones **7-11**, relativas al uso de los polímeros de la invención para la captura de especies de mercurio.

Por consiguiente, se considera que el objeto de las reivindicaciones **2**, **4**, **5**, **7-11** reúne los requisitos de novedad y actividad inventiva establecidos en los Artículos 6.2 y 8.2 de la Ley de Patentes 11/1986.