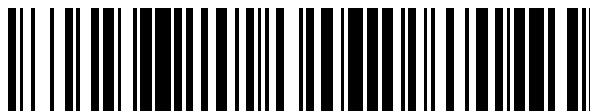


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 129**

21 Número de solicitud: 201600852

51 Int. Cl.:

B01D 61/00 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

11.10.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.04.2018

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ (71.0%)
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares (Madrid) ES y
UNIVERSIDAD DE ALMERIA (29.0%)

72 Inventor/es:

AMARIEI, Georgiana;
SANTIAGO MORALES, Javier;
BOLTES ESPINOLA, Karina;
LETÓN GARCÍA, Pedro;
ROSAL GARCÍA, Roberto;
RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ-ALBA, Amadeo y
MARTÍNEZ BUENO, María Jesús

54 Título: **Membranas electrohiladas de doble acción para tratamiento de agua**

57 Resumen:

Membranas electrohiladas de doble acción para tratamiento de agua. La presente invención consiste en un procedimiento para la fabricación de membranas activas basadas en fibras submicrométricas que combinan una acción antimicrobiana con la capacidad de retención de contaminantes apolares en solución acuosa. Las membranas se producen mediante un procedimiento de electrohilado en disolución acuosa a partir de mezclas de un poliácido y un polialcohol solubles en agua que se estabilizan mediante un procedimiento de curado y se post-funcionalizan mediante la incorporación de dendrímeros con terminación amino mediante un procedimiento de injertado con ayuda de un agente de acoplamiento. La aplicación del material es la producción de membranas o componentes de membranas multicapa para tratamiento de agua con acción antimicrobiana y con capacidad para retener contaminantes apolares.

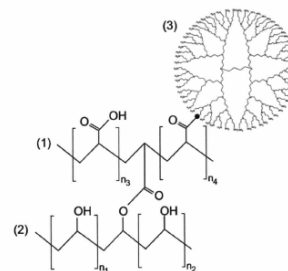


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

MEMBRANAS ELECTROHILADAS DE DOBLE ACCIÓN PARA TRATAMIENTO DE AGUA**5 SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se encuadra dentro del sector de la tecnología de materiales, en el subsector de la tecnología de membranas con aplicación en procesos de tratamiento de aguas.

10 ESTADO DE LA TÉCNICA

Los dendrímeros son poliméricos monodispersos hiperramificados que constan de un núcleo central del que emergen ramificaciones radiales conocidas como dendrones que crecen en capas sucesivas llamadas generaciones (F. Vögtle, G. Richardt, N. Werner, *Dendrimer Chemistry: Concepts, Syntheses, Properties, Applications*, 2009). Son macromoléculas con una estructura globular y altamente simétrica que expone un gran número de grupos terminales de superficie, lo que les imparte gran versatilidad en términos de funcionalización química. Además, poseen cavidades internas relativamente grandes que les permiten encapsular moléculas en su interior (M. Malkoch, E. Malmström, A.M. Nyström, *Dendrimers: Properties and Applications*, in: *Polymer Science: A Comprehensive Reference*, 10, 113-176, 2012). Los dendrímeros se han utilizado y probado para una amplia gama de aplicaciones tales como catalizador, de detección, ambiental y usos biomédicos (D. Astruc, F. Chardac, *Chem. Rev.*, 101, 2991, 2001; D. Astruc, E. Boisselier, C. Ornelas, *Chem. Rev.*, 110, 1857, 2010; S. Svenson, D.A. Tomalia, *Adv. Drug Del. Rev.*, 57, 2106, 2005; M.M. Khin, A.S. Nair, V.J. Babu, R. Murugan, S. Ramakrishna, *Energy Env. Sci.*, 5, 8075, 2012).

El anclaje de dendrímeros a superficies se ha propuesto para diversas aplicaciones tales como la preparación de catalizadores soportados mediante la inclusión de metales en las moléculas de dendrímero (J. Ledesma-García, I.L. Escalante García, F.J. Rodríguez, T.W. Chapman, L.A. Godínez, *J. Appl. Electrochem.*, 38, 515, 2008; A. Bukowska, W. Bukowski, K. Bester, S. Flaga, *RSC Advances*, 5, 49036, 2015). El procedimiento se ha usado también para la síntesis de catalizadores basados en nanopartículas de oro funcionalizadas con dendrímeros G2 anclados a polipropilenimina (PPI) y para la encapsulación de nanopartículas de rutenio posteriormente inmovilizadas en sílice (E. Murugan, R.

Rangasamy, J. *Polym. Sci. Polym. Chem.*, 48, 2525, 2010; N.C. Antonels, M. Benjamin Williams, R. Meijboom, M. Haumann, J. *Molec. Catal. Chem.*, 421, 156, 2016). La elevada densidad de grupos amino terminales se ha aprovechado para preparar catalizadores para la reacción de condensación de Knoevenagel a partir de dendrímeros PPI G3 injertados en polisilano (K. Mangala, K. Sreekumar, *J. Appl. Polym. Sci.*, 132, 11, 2015). También se han propuesto dendrímeros ¿de/con? superficie inmovilizada para la creación de diferentes tipos de sensores dendríticos [Z. Altintas, Y. Uludag, Y. Gurbuz, I. Tohill, *Anal. Chim. Acta*, 712, 138, 2012; J. Satija, B. Karunakaran, S. Mukherji, *RSC Advances*, 4, 15841, 2014; O. Valdés, C. Vergara, F.M. Nachtigall, Z. Lopez-Cabaña, J. Tapia, L.S. Santos, *Tetrahedron Lett.*, 57, 2468, 2016). En aplicaciones biomédicas se han propuesto membranas activas modificadas con dendrímeros poliamidoamina (PAMAM) para captura celular incluyendo dendrímeros modificados con ácido fólico para captura de las células cancerosas que sobreexpresan receptores del ácido fólico (P.M. Zhang, M.X. Gao, X.M. Zhang, *Talanta*, 153, 366, 2016; Y. Zhao, X. Zhu, H. Liu, Y. Luo, S. Wang, M. Shen, M. Zhu, X. Shi, *J. Mater. Chem. B*, 2, 7384, 2014). Se han propuesto aplicaciones ambientales para dendrímeros PAMAM funcionalizados con complejos porfirina-metal y soportados sobre sílice mesoporosa para la extracción de nitrosaminas de agua (M.M. Sanagi, M.H. Chong, S. Endud, W.A.W. Ibrahim, I. Ali, *Micropor. Mesopor. Mater.*, 213, 68, 2015). Dendrímeros PPI en membranas de celulosa se han utilizado para la retención selectiva de metales pesados en agua (M. Algarra, M.I. Vázquez, B. Alonso, C.M. Casado, J. Casado, J. Benavente, *Chem. Eng. J.*, 253, 472, 253).

El electrohilado es la única técnica general disponible para la producción de fibras submicrométricas en el que un chorro de fluido se proyecta desde un capilar gracias a una diferencia de potencial entre la punta del mismo y un electrodo colector conectado a tierra del orden de decenas de miles de voltios. Como resultado, el chorro cargado se acelera hacia el colector a la vez que se evapora el disolvente dando lugar a una fibra sólida que puede formar un conjunto ordenado o una matriz no tejida (P.K. Bhattacharjee, G.C. Rutledge, *Electrospinning and polymer nanofibers: Process fundamentals*, in: *Comprehensive Biomaterials*, 2011, pp. 497-512). Las fibras electrohiladas pueden recibir una amplia gama de aplicaciones gracias a su elevada relación de superficie ¿a? volumen y la versatilidad del método para producir fibras con gran variedad de modificaciones químicas o físicas mediante la incorporación de materiales no hilables (A. Greiner, J.H. Wendorff, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 46, 5670, 2007). La fabricación de fibras bioactivas es

una de las áreas más estudiadas incluyendo materiales antimicrobianos, soportes para la ingeniería de tejidos, fibras para la liberación controlada de fármacos o apósitos para heridas entre otras aplicaciones (J. Quirós, K. Boltes, R. Rosal, *Polym. Rev.*, 56, 631, 2016). Las aplicaciones ambientales de las membranas submicrométricas incluyen su uso como
5 membranas para filtración de agua con mínima caída de presión y las fibras capaces de incorporar funcionalizaciones para remediación (V. Thavasi, G. Singh, S. Ramakrishna, *Energy Environ. Sci.*, 1, 205, 2008).

El poli (ácido acrílico) (Poly(acrylic acid), PAA) y alcohol polivinílico (Poly(vinyl alcohol),
10 PVA), son polímeros solubles en agua que pueden ser procesados sin el uso de disolventes orgánicos. En particular, el electrohilado de soluciones de PAA o PVA puede producir materiales fibrosos ultrafinos que no se pueden obtener por técnicas de hilado convencionales. Se han propuesto diversas aplicaciones para fibras electrohiladas de PAA o PVA como materiales de filtración y para ingeniería biomédica (B. Kim, H. Park, S.H. Lee,
15 W.M. Sigmund, *Mat. Lett.*, 59, 829, 2005; C. Zhang, X. Yuan, L. Wu, Y. Han, J. Sheng, *Eur. Polym. J.*, 41, 423, 2005). Las fibras mixtas de PAA y PVA pueden ser reticuladas fácilmente con diferente comportamiento de hinchamiento en función del tiempo y temperatura del procesado, del peso molecular de los polímeros y de su relación de mezcla (K. Kumeta, I. Nagashima, S. Matsui, K. Mizoguchi, *J. Appl. Polym. Sci.*, 90, 2420, 2003).
20 La actividad antimicrobiana de polímeros de PAA ricos se ha documentado recientemente (G. Gratzl, S. Walkner, S. Hild, A.W. Hassel, H.K. Weber, C. Paulik, *Colloids Surf. Biointerfaces*, 126, 98, 2015; J. Santiago-Morales, G. Amariei, P. Letón, R. Rosal, *Colloids Surf. Biointerfaces*, 146, 144, 2016).

25 No se encuentran ejemplos de fibras funcionalizadas basadas en combinaciones poliácido-poliol sobre las que se injerten dendrímeros con la finalidad de obtener membranas activas para tratamiento de agua.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30 Esta invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de membranas activas para tratamiento de agua basadas en fibras submicrométricas que combinan una acción antimicrobiana con la capacidad de retención de contaminantes apolares. La síntesis consta de un proceso de electrohilado en el que se prepara una matriz no hilada, un proceso de curado térmico que estabiliza las fibras haciéndolas insolubles en agua y una

etapa de post-funcionalización de las fibras en las que en éstas se injerta un dendrímero mediante enlaces covalentes.

5 En la primera etapa, se parte de la disolución acuosa en porcentajes en peso no superiores al 10% de dos polímeros, un poliácido y un polialcohol, ambos solubles en agua con peso molecular superior a 80 kDa y dosificados de tal forma que el número de grupos carboxilo del poliácido sea similar al de los grupos hidroxilo del polialcohol. La preparación tiene lugar mediante la aplicación de una diferencia de potencial entre la punta del capilar de inyección y el colector de 20-25 kV y con una separación entre ambos de al menos 20 cm. El resultado
10 debe de ser una matriz no hilada de fibras rectas, libres de defectos e insolubles en agua con diámetro uniforme y no superior a 350 nm.

En una segunda fase tiene lugar el curado térmico de las fibras que se lleva a cabo, tras un secado a 50 °C durante 24 h, mediante calentamiento en estufa a 140 °C durante al
15 menos 30 min. En este proceso tiene lugar la formación de puentes éster entre las fibras de polialcohol y poliácido lo que da lugar a un conjunto insoluble en agua. A continuación, las fibras se lavan abundantemente para eliminar el material que no haya quedado totalmente fijado y se secan a vacío (10 kPa) a 50 °C durante 24 h. Tras esta etapa, la membrana debe de conservar la estructura fibrosa y no debe de desprender materia
20 orgánica tras una primera inmersión en agua por encima de 10 mg de carbono total/g de membrana.

La tercera fase del proceso de síntesis es el anclaje de dendrímeros para lo que se utilizan membranas con una densidad de grupos carboxilo libres de al menos 5 mmol/g medidos
25 mediante valoración ácido-base. Los dendrímeros utilizados deben disponer de aminas primarias como grupos de superficie y la unión se produce por formación de enlaces covalentes amida con los grupos carboxilo de la membrana estabilizada. Para llevar a cabo la reacción se utiliza un agente de acoplamiento. La cantidad de dendrímero fijado en la membrana es máxima cuando éste se utiliza en solución acuosa y se emplea un disolvente
30 de fijación no hidroxilado. Los dendrímeros pueden ser de cualquier generación igual o superior a 3 y se dosifican al menos con el equivalente a 0.2 mmol/mol COOH. La duración del proceso de fijación es de al menos 12 h durante las que se mantienen las membranas en contacto con el dendrímero y el agente de acoplamiento bajo ligera agitación orbital. Después, las membranas se lavan cuidadosamente con el disolvente utilizado para la

reacción y con abundante agua. Finalmente se secan a vacío (10 kPa) a 100 °C durante 24h.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 5 Figura 1. Se representa un esquema general de las fibras funcionalizadas en la que se detalla (1) el poliácido representado por poli(ácido acrílico), (2) el polialcohol, representado por polivinil alcohol y (3) el dendrímero injertado mediante enlace amida (●) representado por una molécula de polipropilenimina G4. En la figura se indica el proceso de curado con un enlace éster que une una molécula de poliácido y una de poliol.

10

MODO DE REALIZACIÓN

A continuación, se describen detalladamente dos ejemplos de preparación de las membranas y funcionalización con un dendrímero. Se indican también los resultados en términos de eficacia antimicrobiana y retención de contaminantes apolares.

15

Preparación de las membranas

- La preparación de un material electrohilado poliácido-polialcohol típico en el que el poliácido es poli(ácido acrílico), PAA, de peso molecular 450000 y el polialcohol es polivinil alcohol, PVA, de peso molecular 89000-98000 tiene lugar como sigue. Se prepara una disolución acuosa para electrohilado a partir de disoluciones al 8 % de PAA y 15 % de PVA en agua hasta alcanzar una relación en peso de PAA a PVA de 35:65 con una concentración total de al menos 9 %. La solución se mantiene en agitación durante 2 h a 25 °C y se desgasifica antes de introducirla en una jeringa de punta roma 23G. El electrohilado utiliza los siguientes parámetros: tensión, 23 kV; distancia desde la punta de la aguja al colector, 23 cm y flujo total 0.8 mL/h. Como colector se puede emplear una placa fija o un cilindro en rotación a baja velocidad (100 rpm). Las condiciones de humedad relativa y temperatura en el aire de la cámara de electrohilado se deben de mantener aproximadamente en un 40 % y 25 °C respectivamente. Las fibras se secan a 50 °C durante 24 h, tras lo cual se someten a un proceso de curado térmico mediante calentamiento en estufa a 140 °C durante al menos 30 min. Las fibras curadas se lavan con abundante agua destilada y se secan en estufa de vacío (10 k Pa) a 50 °C durante 24 h, tras lo cual quedan listas para el proceso de funcionalización con dendrímeros.

30

Funcionalización con un dendrímero

La funcionalización de las membranas electrohiladas mediante la unión covalente de un dendrímero cuyos grupos superficiales sean aminas primarias se describe para el caso de un dendrímero PAMAM G3 utilizando para la formación del enlace amida N,N-diciclohexilcarbodiimida (dicyclohexylcarbodiimide, DCC) como agente de acoplamiento. Como disolvente para el agente de acoplamiento se utiliza dimetilformamida, DMF. Para una reacción típica, una mezcla de 8.0 mL de DMF, 41.2 mg de DCC y 1.83 µL de dendrímero PAMAM G3 (9.43 % en agua) equivalentes a 0.2 mmol G3/mol COOH, se mantiene 12 h en agitación a 25 °C. Aproximadamente 25 mg de una membrana PAA-PVA preparada como se indica en el apartado anterior se sumerge en la solución PAMAM/DCC en DMF y se mantiene en agitación en un agitador orbital a 100 rpm durante 24 h. Tras la reacción de funcionalización, se extraen las membranas, se lavan en DMF con abundante agua destilada para eliminar el dendrímero que no haya reaccionado y los restos de reactivos. Finalmente, las membranas se secan en estufa a vacío (10 kPa) a 100 °C durante 24h o hasta alcanzar peso constante.

Resultados

La acción antimicrobiana se determina a partir del contacto de una membrana con un contenido en PAMAM G3 de 6.5 µmol G3/g membrana preparada según las especificaciones descritas en los apartados anteriores. El ensayo consiste en la inhibición de la capacidad de formación de colonias de las bacterias *Escherichia coli* (CETC 516) y *Staphylococcus aureus* (CETC 240) en un cultivo con una densidad inicial de 10⁶ células/mL en medio NB 1/500 (NB, 10 g/L peptona, 5 g/L cloruro sódico, 5 g/L extracto de carne, pH 7.0) en contacto con las membranas a 36 °C durante 20 h. La determinación del número de colonias viables se realiza mediante conteo en placas de agar con el mismo medio NB (15 g/L de agar sólido) tras 16 h de exposición de diluciones seriadas en tampón fosfato a 36 °C. La capacidad antimicrobiana para la bacteria *S. aureus* supone una reducción superior al 99.5% en la capacidad de formar nuevas colonias, mientras que para *E. coli* la reducción es próxima al 50%.

Retención de contaminantes apolares

La medida de la capacidad de las membranas modificadas con dendrímeros para la retención de contaminantes polares se evalúa utilizando soluciones de tolueno de agua de acuerdo con el siguiente procedimiento. Las membranas que contienen una densidad de

- dendrímtero PAMAM G3 funcionalizado de acuerdo con las especificaciones descritas en los dos primeros apartados y con una densidad de dendrímtero de al menos 5 $\mu\text{mol G3/g}$ membrana se ponen en contacto con una solución acuosa conteniendo de 100 $\mu\text{g/L}$ de tolueno hasta alcanzar el equilibrio a temperatura ambiente. La cantidad de membrana utilizada está en el intervalo 10-400 $\text{mg}/\mu\text{g}$ de tolueno. La medida de la concentración de tolueno en el agua se lleva a cabo mediante cromatografía de gases capilar acoplada a microextracción en fase sólida (Solid-phase microextraction, SPME). Para esto, 1.8 mL de muestra saturada en NaCl se sometió a extracción con fibras de SPME de 100 μm de polidimetilsiloxano (Polydimethylsiloxane, PDMS) durante 30 min a temperatura ambiente.
- 10 El análisis, efectuado según las prácticas habituales, determina la capacidad de retención de tolueno por las membranas que debe de ser superior al 80% en el caso más desfavorable.

APLICACIÓN INDUSTRIAL

- 15 Los beneficios derivados de esta patente encontrarían aplicabilidad en el tratamiento de aguas potables, en la regeneración de aguas residuales y en el tratamiento de aguas de proceso en diversas industrias.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la preparación de membranas electrohiladas de dimensiones submicrométricas caracterizado por las siguientes etapas:
 - 5 a) Preparación de una membrana electrohilada a partir de una disolución acuosa que contenga dos polímeros disueltos, siendo uno de ellos un poliácido y el otro un polialcohol.
 - b) Preparación de una membrana no soluble en agua mediante el curado térmico de la membrana obtenida en a).
 - 10 c) Funcionalización de la membrana obtenida en b) mediante la incorporación de un dendrímero terminado en grupos amino primarios con la ayuda de un agente de acoplamiento para dar lugar a un enlace amida entre la amina primaria y los grupos carboxilo del material electrohilado descrito en b).
- 15 2. Membrana producida según la reivindicación 1 caracterizada porque el poliácido es un polímero soluble en agua con una unidad repetitiva que contiene un grupo carboxilo y que puede ser poli(ácido acrílico), poli(ácido metacrílico), poli(ácido maleico), poli(ácido itacónico) o sus copolímeros entre sí y con otros monómeros copolimerizables como acrilatos o metacrilatos de alquilo.
- 20 3. Membrana producida según la reivindicación 1 caracterizada porque el polialcohol es un polímero soluble en agua con una unidad repetitiva que contiene un grupo hidroxilo y que puede ser polivinil alcohol, celulosa, y otros polisacáridos solubles.
- 25 4. Membrana producida según la reivindicación 1 caracterizada porque el dendrímero es una poliamidoamina (PAMAM) o polipropilenoimina (PPI) cuyos grupos terminales son aminas primarias y cuya generación es 3 o superior.
- 30 5. Membrana producida según la reivindicación 1 caracterizada porque el agente de acoplamiento es una carbodiimida como N,N'-diciclohexilcarbodiimida (DCC), N,N'-diisopropilcarbodiimida (DIC), 1-etil-3-(3'-dimetilaminopropil)carbodiimida (EDC), N-tert-butil-N'-metilcarbodiimida (BMC), N-tert-butil-N'-etilcarbodiimida (BEC) o bis[[4-(2,2-dimetil-1,3-dioxolil)]metil]-carbodiimida (BDCC) u otros reactivos de acoplamiento basados en la formación de un éster activado que pueden ser sales de fosfonio, uronio o guanidinio,

triazinas como 1,3,5-triclorotriazina, 2-cloro-4,6-dimetoxi-1,3,5-triazina (CDMT), cloruro de 4-(4,6-dimethoxi-1,3,5-triazin-2-il)-4-metilmorfolinio, (DMTMM) o agentes basados en boro como trimetoxiborano o ácido fenilborónico.

5 6. Uso de las membranas producidas según la reivindicación 1 como membranas antimicrobianas para procesos de tratamiento de agua o como capas activas de membranas multicapa, donde la membrana electrohilada quede depositada físicamente o injertada químicamente sobre grupos funcionales de una membrana base, preexistentes o inducidos mediante tratamientos de funcionalización.

10

7. Uso de las membranas producidas según la reivindicación 1 como membranas para la retención selectiva de compuestos apolares en procesos de tratamiento de agua o como capas activas de membranas multicapa, donde la membrana electrohilada quede depositada físicamente o injertada químicamente sobre grupos funcionales de una
15 membrana base, preexistentes o inducidos mediante tratamientos de funcionalización.

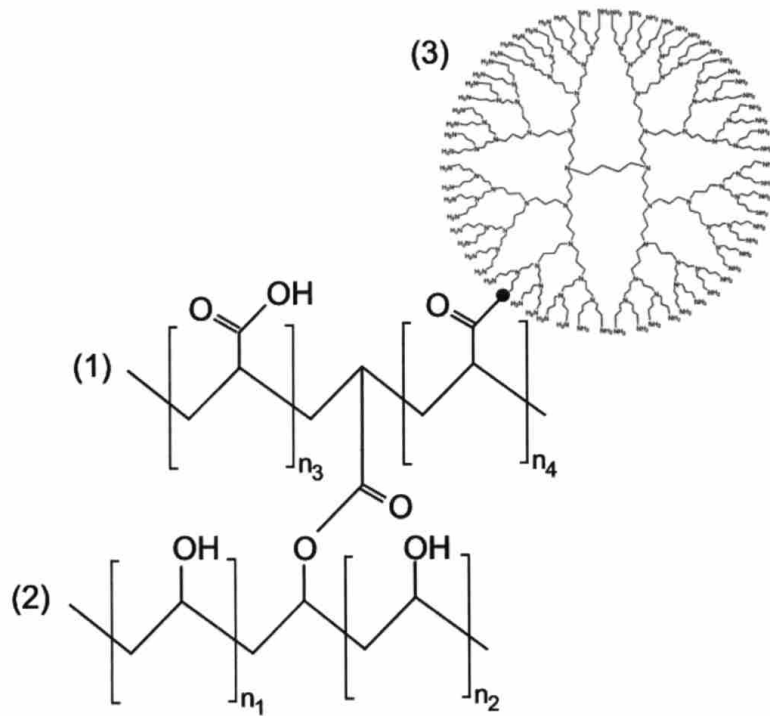


FIG. 1



- ②① N.º solicitud: 201600852
②② Fecha de presentación de la solicitud: 11.10.2016
②③ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B01D61/00** (2006.01)
C02F1/44 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2011163035 A1 (CHENG TAI-HONG et al.) 07/07/2011, Resumen y reivindicaciones.	1-7
A	WO 2011006967 A1 (DSM IP ASSETS BV et al.) 20/01/2011, Resumen y reivindicaciones.	1-5
A	SANTIAGO-MORALES JAVIER et al. Antimicrobial activity of poly(vinyl alcohol)-poly(acrylic acid) electrospun nanofibers. COLLOIDS AND SURFACES. B, BIOINTERFACES, 20160502 ELSEVIER, AMSTERDAM, NL 02/05/2016 VOL: 146 Pags: 144 - 151 ISSN 0927-7765 Doi: doi:10.1016/j.colsurfb.2016.04.052 Danino Dganit; Stradner Anna	1-6
A	KUMETA K et al. Crosslinking of poly(vinyl alcohol) Via bis (beta-hidroxyethyl) sulfone. POLYMER JOURNAL, 20040615 SOCIETY OF POLYMER SCIENCE, TOKYO, JP 15/06/2004 VOL: 36 No: 6 Pags: 472 - 477 ISSN 0032-3896 Doi: doi:10.1295/polymj.36.472	1-5

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
14.02.2017

Examinador
I. Abad Gurumeta

Página
1/4

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

B01D, 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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.02.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-7	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-7	SI
	Reivindicaciones	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	US 2011163035 A1 (CHENG TAI-HONG et al.)	07.07.2011
D02	WO 2011006967 A1 (DSM IP ASSETS BV et al.)	20.01.2011
D03	SANTIAGO-MORALES JAVIER et al. Antimicrobial activity of poly(vinyl alcohol)-poly(acrylic acid) ctrospunnanofibers. COLLOIDS AND SURFACES. B, BIOINTERFACES, 20160502 ELSEVIER, AMSTERDAM, NL 02/05/2016 VOL:146 Paginas: 144 - 151 ISSN 0927-7765 Doi: doi:10.1016/j.colsurfb.2016.04.052 Danino Dganit; Stradner Anna	02.05.2016
D04	KUMETA K et al. Crosslinking of poly (vinyl alcohol) via bis (beta-hidroxyethyl) sulfone. POLYMER JOURNAL, 20040615 SOCIETY OF POLYMER SCIENCE, TOKYO, JP 15/06/2004 VOL: 36 No: 6 Pags: 472 - 477 ISSN 0032-3896 Doi: doi:10.1295/polymj.36.472	15.06.2004

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

NOVEDAD (ART. 6.1 Ley 11/1986) Y ACTIVIDAD INVENTIVA (ART. 8.1 Ley 11/1986)

El documento D01 divulga el proceso para producir una membrana de nanofibras por curado térmico de dos polímero mediante electrohilado (ver resumen y reivindicaciones). Aunque los polímero usados para fabricar la membrana tienen grupos funcionales usados en la presente invención (ver reivindicaciones 1-5) hay que tener en cuenta que no se utilizan dendrímeros para la funcionalización de la membrana, por lo que las reivindicaciones 1-5 cumplen con los requisitos de novedad y actividad inventiva.

El documento D02 publica un proceso de preparación de membranas electrohiladas nanométricas de poliamidas (ver resumen y reivindicaciones). No obstante, no hace referencia a los polímeros de polialcohol ni a los dendrímeros que usa la presente invención para funcionalizar la membrana (ver reivindicaciones 1-5), en consecuencia, se cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva para las reivindicaciones 1-5.

El documento D03 publica la actividad antimicrobiana de nanofibras electrohiladas preparadas por curado térmico de PAA y PVAI (ver resumen y 2. Materials and methods). Sin embargo, no usa dendrímero en la funcionalización de la membrana como reivindica la presente solicitud (ver reivindicaciones 1-5) aunque difunda su uso antimicrobiano (ver reivindicación 6). En consecuencia, las reivindicaciones 1-6 cumplen con los requisitos de novedad y actividad inventiva.

El documento D04 publica un estudio en el que se analizan las reacciones de unión y entrecruzamiento de los polímeros de PVA y PAA por curado térmico (ver resumen). Aunque tampoco usa dendrímero para la funcionalización de la membrana usado en la presente solicitud (ver reivindicaciones 1-5). Por lo que las reivindicaciones 1-5 cumplen con los requisitos de novedad y actividad inventiva.

Los documentos D01-D04 reflejan el estado de la técnica más cercano. Todos estos documentos, aunque muestran membranas electrohiladas nanométricas no incluyen ninguna de los componentes ni el procedimiento tal y como se reivindica en la presente solicitud (ver reivindicaciones 1-5), así como sus usos (ver reivindicaciones 6-7). Por lo tanto, el objeto de las reivindicaciones 1-7 cumplen los requisitos de novedad y de actividad inventiva de acuerdo con los Artículos 6.1 y el 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

REQUISITOS DE PATENTABILIDAD (ART. 4.1 LEY 11/1986)

En conclusión, se considera que las reivindicaciones 1-7 satisfacen los requisitos de patentabilidad establecidos en el Artículo 4.1 de la Ley de Patentes 11/1986.