



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 380 033**

② Número de solicitud: 200930310

⑤ Int. Cl.:  
**C02F 1/467** (2006.01)  
**C02F 1/48** (2006.01)  
**H02N 6/00** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **15.06.2009**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **08.05.2012**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**08.05.2012**

⑰ Solicitante/s:  
**Universidad Autónoma de Madrid** (Titular al 70 %)  
**Ciudad Universitaria de Cantoblanco**  
**c/ Einstein, 3**  
**28049 Madrid, ES**  
**Consejo Superior de Investigaciones Científicas**  
**(CSIC)** (Titular al 30 %)

⑱ Inventor/es: **Blázquez, Antonio;**  
**Stockert Cossu, Juan Carlos;**  
**Carrascosa Rico, Mercedes;**  
**García Cabañes, Ángel y**  
**Agulló López, Fernando**

⑳ Agente/Representante:  
**Pons Ariño, Ángel**

⑳ Título: **Dispositivo para depuración de medios contaminados.**

㉑ Resumen:

Dispositivo para depuración de medios contaminados. Permite eliminar elementos no deseados en medios líquidos o gaseosos mediante el uso de fotodepuración, incorporando una lámina (2) de material con efecto fotovoltaico en volumen encargado de formar un campo eléctrico inducido por radiación luminosa, y una fuente de radiación luminosa directa (3) encargada de iniciar el efecto fotovoltaico en volumen de la lámina (2), así como adicionalmente puede incorporar al menos una canalización (7) encargada de delimitar el flujo del medio (6) a depurar.

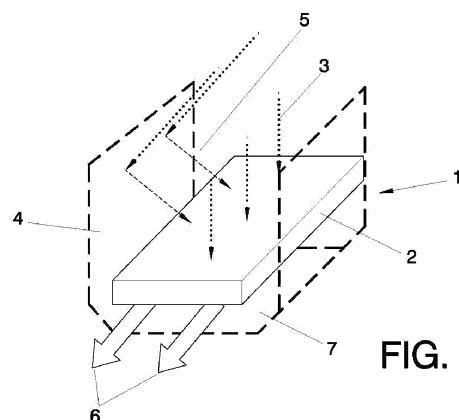


FIG. 1

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo para depuración de medios contaminados.

### 5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a dispositivo para la eliminación de impurezas o contaminantes en medios líquidos.

10 El objeto de la invención consiste en la eliminación de elementos no deseados en medios líquidos o gaseosos mediante el uso de fotodepuración.

### Antecedentes de la invención

15 Como consecuencia de la actividad industrial, cantidades muy significativas de contaminantes químicos son vertidas al medio ambiente de forma creciente, en particular en las aguas residuales domésticas e industriales y en el aire. En el caso del agua, los principales contaminantes corresponden a agentes tensoactivos, plaguicidas, hidrocarburos, colorantes y productos farmacéuticos.

20 En la actualidad existen diversos procedimientos para la depuración del agua y aire contaminados, ya sea por agentes químicos o biológicos. Dejando de lado los simples procesos de purificación química, en particular mediante el tratamiento de las aguas con hipoclorito, la mayor parte de los procedimientos propuestos se basan en el empleo de materiales capaces de generar efectos fotoquímicos al absorber radiación luminosa.

25 Este tipo de compuestos ha llevado a la concepción de la así llamada “depuración fotocatalítica” del agua. La variante más conocida y desarrollada de los procedimientos basados en la fotocatalisis corresponde al empleo de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), que requiere ser iluminado con luz ultravioleta para su activación [Nowotny, 2008, *Ener. & Environm. Sci.* 1(5), 565-572]. La energía de la luz promueve un electrón de la banda de valencia a la de conducción, generándose en la superficie del material regiones con carga negativa y positiva que dan lugar a procesos electroquímicos con formación de especies oxidantes reactivas. Aunque el procedimiento de fotocatalisis con ( $\text{TiO}_2$ ) permite 30 la degradación de compuestos orgánicos contaminantes, la misma requiere iluminación con luz ultravioleta, que no abunda en la radiación solar disponible o que es costosa en el caso de tener que producirse artificialmente.

35 También pueden utilizarse procedimientos basados en la simple exposición de los medios biológicamente contaminados a la luz ultravioleta aprovechando su acción germicida, pero la generación y aplicación de la luz ultravioleta artificial en grandes superficies es muy costosa y, por el contrario, el componente ultravioleta solar es relativamente pequeño. Tampoco parece relevante y/o rentable el uso de la luz ultravioleta para degradar contaminantes químicos presentes en el medio acuoso. La aplicación de complejos de rutenio para el tratamiento de aguas contaminadas es otra opción en estudio [Jiménez-Hernández *et al.*, 2006, *Solar Ener.* 80(10), 1382-1387; Villén *et al.*, 2006, *App. Catalysis B* 69 (1-2), 1-9]. Existen estrategias parecidas al empleo de complejos de rutenio, pero a base de colorantes orgánicos, 40 para el tratamiento de aguas destinadas a usos recreacionales, tales como fuentes o aguas para limpieza [Hubig *et al.*, 2004, *J. Opt. Soc. Am. A* 21 (10), 1975-1987].

45 El efecto fotovoltaico en volumen (EFV) permite la generación de intensos campos eléctricos tras la absorción de fotones por parte de ciertos materiales [Glass & von der Linde, 1974, *Phys. Lett.* 25(4), 233-235; Buse, 1997, *Appl. Phys. B*, 64, 273-291; Sturman *et al.*, 2008, *Phys. Rev. B*, 78, 245114]. El mismo es debido a la excitación de electrones desde una impureza (como átomos de Fe) hasta la banda de conducción de determinados materiales (como niobatos, titanatos o tantalatos). Estos materiales presentan un eje de polarización espontánea debido al cual los electrones excitados tienden a migrar preferentemente a lo largo de una dirección privilegiada del cristal. La acumulación de cargas en los extremos de dicho eje provoca la aparición de un campo eléctrico interno, que aumenta 50 hasta que la cantidad de carga depositada alcanza la saturación (por Ej.,  $10^5$  V/cm en el niobato de litio dopado con hierro,  $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ ) [Grousseau *et al.*, 1983, *J. Appl. Phys.* 54(6), 3012-3016; Falk *et al.*, 2007, *Appl. Phys. B*, 87, 119-122].

55 Los materiales que presentan EFV se han utilizado principalmente en la fabricación de dispositivos ópticos, usándose en guías de onda y fibras ópticas para aplicaciones de fotónica integrada y modulación/procesado óptico de señal e imagen. También existen algunas aplicaciones propuestas para obtener energía eléctrica a partir de células fotovoltaicas con estos materiales [Glass *et al.*, 1976, US Patent 3,975,632; Hikita, 1994, US Patent 5,364,710]. Recientemente se ha comercializado una fuente de rayos-X basada en el efecto piroeléctrico, muy parecido al EFV, excepto que el campo eléctrico no es generado por absorción de luz sino por un cambio de temperatura [Kukhtarev *et al.*, 2004, *J. Appl. Phys.* 96(11), 6794-6798]. A menudo materiales con EFV también muestran actividad piroeléctrica. 60

### Descripción de la invención

65 Se propone un dispositivo que hace uso de un sistema fotodepurador consistente en láminas de materiales que muestran efecto fotovoltaico en volumen para el tratamiento del agua y aire contaminados por agentes químicos y/o microbiológicos. El intenso campo eléctrico generado por exposición a la luz visible-ultravioleta-infrarroja cercana produciría especies químicas reactivas, incluyendo las derivadas del oxígeno, y cambios de pH responsables de la degradación de contaminantes químicos y bacterianos.

## ES 2 380 033 A1

Los materiales susceptibles de ser utilizados son: niobatos, tantalatos y titanatos de metales alcalinos y alcalinotérreos (en especial de litio, potasio y bario), en general dopados con metales de transición (preferentemente hierro). En el caso del niobato de litio dopado con hierro ( $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ ), el material es insoluble en agua y no presenta capacidad química o tóxica en ausencia de luz. Por el contrario, láminas de este material sí producen daño químico al ser expuestas a la iluminación solar, evidenciado por la decoloración de colorantes disueltos en agua y usados como sistemas modelo de fotodegradación.

El intenso campo eléctrico generado en las inmediaciones del cristal produce una degradación en el medio y por tanto este campo puede ejercer un daño químico y una acción citotóxica a través de varias vías, complementarias entre sí.

En primer lugar, debido al campo fotovoltaico, el material puede actuar como elemento electroquímico. En las caras correspondientes a los extremos del eje c de polarización espontánea del material cristalino se acumulan cargas de signo opuesto, las cuales darían lugar a especies reactivas de oxígeno y compuestos citotóxicos al interactuar con el medio circundante, ya sea éste líquido o gaseoso. En caso de un medio acuoso, al igual que con el  $\text{TiO}_2$ , las superficies cristalinas llevarían a cabo una electrólisis del agua en virtud del campo fotovoltaico. La misma tendría dos aspectos importantes en relación con la producción de daño químico y biológico: la generación de agentes oxidantes (radical hidroxilo y superóxido, oxígeno singlete, y sobre todo peróxido de hidrógeno,) y reductores (hidrógeno atómico, hidrógeno molecular), y el establecimiento de un gradiente de pH (ácido-alkalino) en extremos opuestos de los cristales por ionización, formándose protones ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) y aniones hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ).

En segundo lugar, el propio campo podría afectar el delicado equilibrio que mantiene el potencial de membrana de la célula viva. Este potencial es debido al bombeo selectivo de iones por parte de la célula, que depende de energía. Existen canales iónicos en la membrana celular que son sensibles a cambios del potencial a ambos lados de la membrana celular. Un intenso campo eléctrico externo puede modificar el tránsito de iones a través de estos canales, dando como resultado una alteración grave de la composición interna del medio interno que lleva a la destrucción de las células, por Ej., microorganismos. Los mecanismos de daño biológico ocurrirían cuando las células están cercanas o en contacto con el material fotovoltaico.

La primera ventaja de este procedimiento es que solo requiere el contacto del medio contaminado con láminas iluminadas del material fotovoltaico, no siendo necesaria la presencia de iones metálicos o reactivos orgánicos coadyuvantes en solución para mejorar la eficacia fotodepuradora, como ocurre con la fotocatalisis por  $\text{TiO}_2$ . Al igual que en el caso anterior, los sistemas Fenton y foto-Fenton suelen requerir el empleo de agua oxigenada adicional, y utilizan hierro iónico que luego debe retirarse del agua depurada. Estas condiciones constituyen claras desventajas en comparación con el método que se presenta. Los tratamientos fotoquímicos basados en complejos de rutenio poseen varias desventajas, como son la necesidad de inmovilizarlos para evitar su solubilización en las aguas a tratar, su dependencia del oxígeno molecular disuelto en el medio para llevar a cabo su acción fotodepuradora, y un aprovechamiento menor del rango de energía luminosa que proporciona el sol. Con respecto al empleo de colorantes orgánicos para tratar aguas no destinadas al consumo humano, los materiales fotovoltaicos en volumen presentarían la ventaja de ser insolubles en agua y ser independientes de la presencia de oxígeno molecular en el medio a tratar. Además, algunos colorantes propuestos para la fotodepuración de aguas recreacionales presentan actividad citotóxica y/o mutagénica incluso en oscuridad (acridinas, cumarinas, tiazinas), cosa que no sucedería con láminas de material fotovoltaico en volumen.

En el caso de la biorremediación, se degradan solamente contaminantes químicos (fenoles, colorantes, hidrocarburos aromáticos) por la actividad enzimática (lacasas) de ciertas cepas de hongos y/o bacterias y son más bien laboriosos y de aplicación limitada. Por el contrario, el procedimiento por EFV es simple y barato, aprovecha de forma muy efectiva la luz solar como fuente de radiación y permite la degradación de contaminantes químicos y biológicos. Igualmente, este procedimiento permitiría, además de una activación selectiva en función de la iluminación, una independencia de la presencia de oxígeno molecular en el medio.

En segundo lugar, el procedimiento es eficaz mediante la simple iluminación por luz solar. Este es un aspecto de notable importancia por su sencillez. En comparación con el sistema que emplea  $\text{TiO}_2$ , debido a que éste sólo aprovecha la luz ultravioleta, el material con EFV se activa con luz visible e infrarroja cercana además de ultravioleta, componentes espectrales que son muy abundantes en la radiación solar. Esta fuente de luz también es muy conveniente por su coste nulo y la facilidad de su aprovechamiento, pudiendo además concentrarse sobre las láminas mediante sistemas de espejos para aumentar el EFV y la eficiencia del tratamiento fotodepurador.

En tercer lugar, un material que sería muy conveniente (tal como el  $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ ) es de fácil adquisición en forma de láminas de considerable superficie y adecuado espesor. Esto permite una gran facilidad de diseño del dispositivo fotodepurador, en el que una corriente de agua o aire fluye en contacto con las superficies del material fotovoltaico, que está expuesto a la luz solar de modo directo y también reflejo, mediante una superficie especular adecuada, tal como papel de aluminio.

### Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña

## ES 2 380 033 A1

como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra un esquema general del dispositivo con la canalización reflectora.

Figura 2.- Muestra un esquema del dispositivo con canalizaciones practicadas sobre la superficie de la lámina.

Figura 3.- Muestra un esquema del dispositivo con canalizaciones cilíndricas.

Figura 4.- Muestra un esquema del dispositivo con superficies reflectoras cóncavas (simple y compuesta) en torno a la canalización que aumentan el flujo de radiación solar.

### Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras se describe a continuación un modo de realización preferente del sistema objeto de esta invención. El dispositivo (1) depurador objeto de la invención permite la depuración de medios (6) en estado líquido o en estado gaseoso que se hacen pasar por una canalización (7) que delimita el paso del medio. Entre dicha canalización (7) se ubica una lámina (2) de  $\text{LiNbO}_3$  dopado con Fe, que como se ha descrito anteriormente tiene capacidades EFV. Dicho material produce un EFV cuando se hace incidir una fuente luminosa sobre el mismo, dicha fuente puede ser la luz solar pero para el desarrollo de esta realización se hizo uso de una fuente luminosa directa (3) para realizar una depuración de agua.

En otra realización mostrada en la figura 2, para realizar la depuración de este medio (6) se delimita el flujo de dicho medio (6) a través de canalizaciones (7) practicadas mediante fresado sobre la lámina (2) de niobato dopado. Dichas canalizaciones (7) por las que discurre el medio (6) líquido, agua, o gaseoso, aire, a su vez definen varias superficies (9) separadas a lo largo de las cuales se disponen las cargas eléctricas (11). En dicha figura 2 se puede apreciar que el eje de polarización es paralelo a la superficies (9) definidas por las canalizaciones (7).

Mientras el medio (6) fluye entre las canalizaciones (7) se hace incidir una radiación luminosa procedente de una fuente de radiación luminosa directa (3) sobre la lámina (2).

El material de la lámina (2) genera un campo fotovoltaico inducido por la radiación que genera un efecto fotovoltaico en volumen.

El agua contaminada que es sometida a electrólisis generada por dicho campo fotovoltaico y sufre una serie de alteraciones que eliminan los elementos contaminantes de la misma, depurando así el flujo de agua que pasa por la lámina (2) mientras está siendo radiada y generando el campo eléctrico por EFV.

Otra realización del dispositivo (1) depurador, mostrada en las figuras 1 y 4, es aquella en la cual la canalización (7) está definida por una superficie de papel de aluminio que actúa como un reflector (4) que redirige la radiación luminosa directa (3) que choca contra las paredes del reflector (4) generando una radiación luminosa indirecta (5) que colabora en la generación del EFV del material que conforma la lámina (2) al aumentar el flujo de radiación incidente sobre ésta.

Tal y como se puede apreciar en la figura 4, el reflector (4) puede ser de tipo simple, definido por una superficie cóncava con respecto de fuente de radiación luminosa directa (3); o puede ser de tipo compuesto, definido por una sucesión de más de una superficie cóncava con respecto de la fuente de radiación luminosa directa (3). Además, en dicha figura 4 se observa que la lámina (2) está localizada en el punto focal del reflector (4).

En otra realización del dispositivo (1) depurador, mostrada en la figura 3, las canalizaciones (7) cilíndricas están definidas en el interior de la lámina (2) y el medio (6) a depurar se hace pasar a través de los taladros (8) que definen las canalizaciones (7) cilíndricas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) depurador de medios (6) líquidos y/o gaseosos **caracterizado** porque comprende:

- una lámina (2) de material con efecto fotovoltaico en volumen encargado de formar un campo eléctrico inducido por radiación luminosa, y
- una fuente de radiación luminosa directa (3) encargada de iniciar el efecto fotovoltaico en volumen de la lámina (2).

2. Dispositivo (1) según reivindicación 1 **caracterizado** porque comprende adicionalmente al menos una canalización (7) encargada de delimitar el flujo del medio (6) a depurar.

3. Dispositivo (1) según reivindicación 1 **caracterizado** porque la lámina (2) es de un material seleccionado entre un niobato, un tantalato o un titanato.

4. Dispositivo (1) según reivindicación 3 **caracterizado** porque el niobato, el tantalato o el titanato está dopado con un metal de transición o una tierra rara.

5. Dispositivo (1) según reivindicación 2 **caracterizado** porque las canalizaciones (7) tienen forma prismática y están practicadas sobre la superficie de la lámina (2) y definen entre ellas varias superficies (9), separadas por las canalizaciones (7), en cuyos lados paralelos a las canalizaciones (7) se disponen las cargas (11).

6. Dispositivo (1) según reivindicación 5 **caracterizado** porque el eje de polarización es paralelo a las superficies (9) definidas por las canalizaciones (7).

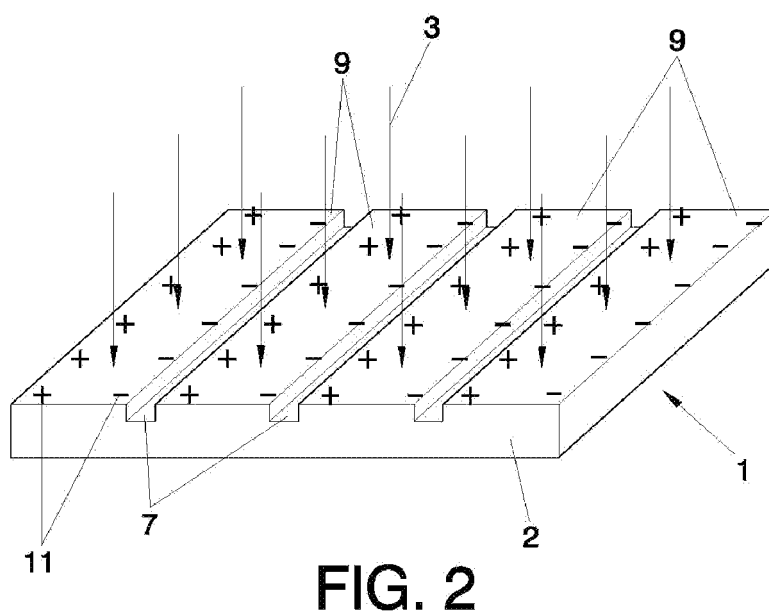
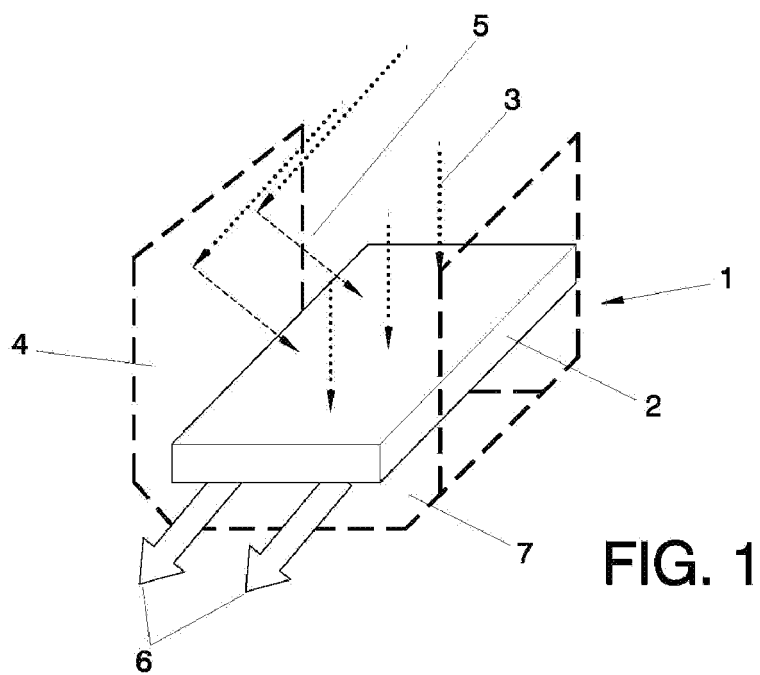
7. Dispositivo (1) según reivindicación 2 **caracterizado** porque las canalizaciones (7) tienen forma cilíndrica definidas por taladros (8) de sección circular practicados en el interior de la lámina (2) que permiten el paso del medio (6) por su interior, en cuyos dos lados paralelos a las canalizaciones (7) de la superficie superior de la lámina (2) se disponen las cargas eléctricas (11) de forma enfrentada.

8. Dispositivo (1) según reivindicación 1 **caracterizado** porque la canalización (7) está formada por al menos una lámina de material reflectante que envuelve parcialmente la lámina (2) formando un reflector (4) encargado de delimitar el flujo del medio (6) y de reflejar la radiación luminosa directa (3) generando una radiación luminosa indirecta (5).

9. Dispositivo (1) según reivindicación 8 **caracterizado** porque el reflector (4) es de tipo simple y está definido por una superficie cóncava con respecto de fuente de radiación luminosa directa (3).

10. Dispositivo (1) según reivindicación 8 **caracterizado** porque el reflector (4) es de tipo compuesto y está definido por una sucesión de más de una superficie cóncava con respecto de la fuente de radiación luminosa directa (3).

11. Dispositivo (1) según reivindicación 9 o 10 **caracterizado** porque la lámina (2) está localizada en el punto focal del reflector (4).



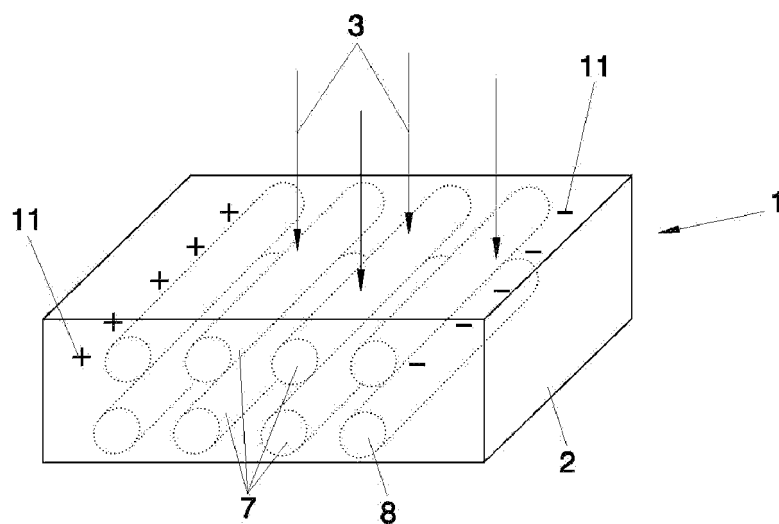


FIG. 3

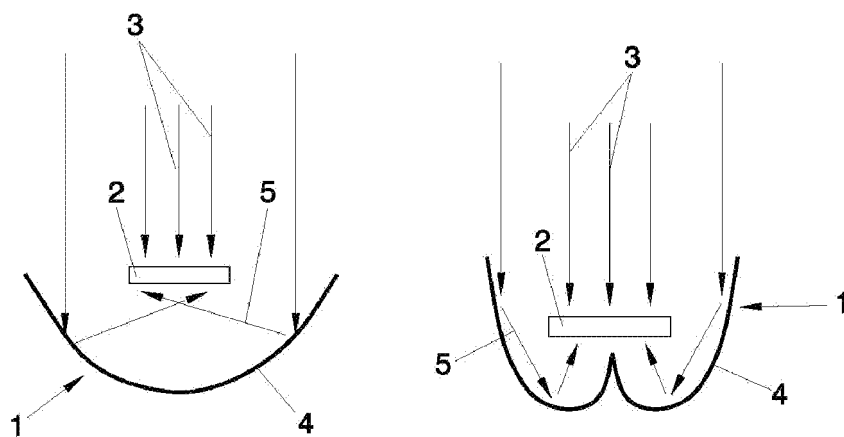


FIG. 4



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200930310

②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.06.2009

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 Y	US 5364710 A (HIKITA) 15/11/1994, resumen; columna 1, línea 1 – columna 2, línea 59; figura 1.	1, 3, 4 2
Y	CN 1515500 A (SHANGHAI BISHUI WATER TREAT SC) 28/07/2004, descripción, páginas 1,2; figura 1 & WPI [bases de datos en línea]. THOMSON [recuperado el 2012-04-13]. Recuperado de: EPOQUEnet. DW200474, N° de acceso 2004-749357.	2
X	US 3975632 A (GLASS ALASTAIR MALCOLM ET AL.) 17/08/1976, todo el documento.	1, 3, 4
X	US 3855004 A (BRODY) 17/12/1974, todo el documento.	1, 3, 4

#### 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 n°:

Fecha de realización del informe  
13.04.2012

Examinador  
A. Figuera González

Página  
1/5



CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**C02F1/467** (2006.01)

**C02F1/48** (2006.01)

**H02N6/00** (2006.01)

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

C02F, H02N

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, TXTEN, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.04.2012

**Declaración**

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

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 3855004 A (BRODY)	17.12.1974
D02	CN 1515500 A (SHANGHAI BISHUI WATER TREAT SC)	28.07.2004
D03	US 3975632 A (GLASS ALASTAIR MALCOLM ET AL)	17.08.1976
D04	US 3855004 A (BRODY)	17.12.1974

**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**

**REIVINDICACIONES 1**

De acuerdo con el documento D01, es conocido en el estado de la técnica que existen materiales en los que se produce, cuando se los ilumina con luz visible, un efecto fotovoltaico en volumen que produce una tensión con un rango de entre 10 V a varios kV y por lo tanto un campo eléctrico. Véase D01, resumen.

En la figura 1 se ve un elemento de conversión fotoeléctrica 11 en forma de lámina que recibe luz irradiada por una lámpara I lo que produce una diferencia de potencial entre los terminales 16 y 17 debido al efecto fotovoltaico en volumen. Véase D01, resumen, columna 2, líneas 4 a línea 59, columna 3, línea 29 a columna 4, línea 22 y figura 1.

Por lo tanto el elemento 11 y la lámpara I del documento D01 divulgan todas las características técnicas de la parte caracterizadora de la reivindicación 1 puesto que se corresponden a *"una lámina de material de efecto fotovoltaico en volumen encargada de formar un campo eléctrico inducido por la radiación luminosa y una fuente de radiación luminosa directa encargada de iniciar el efecto fotovoltaico en volumen de la lámina"*

En cambio, de acuerdo con el preámbulo el dispositivo objeto de la reivindicación 1, el dispositivo de la invención se usa como depurador de medios líquidos y/o gaseosos mientras que el elemento 11 y la lámpara I del documento D01 se usan como un generador de energía. No obstante, no se especifica en la reivindicación 1 ninguna característica técnica particular del dispositivo diferenciadora que sea esencial para hacer el dispositivo adecuado para funcionar como depurador y tampoco parece que haya características técnicas que estén implicadas de forma implícita en dicho uso particular.

Por lo tanto se considera que la reivindicación independiente 1 carece de novedad de acuerdo con el artículo 6 de la Ley de Patentes 11/1986.

El mismo razonamiento hubiera podido hacerse basándose en los documentos D03 o D04.

**REIVINDICACIÓN 2**

Se considera que el documento D02 es el documento del estado de la técnica más próximo al objeto de la reivindicación 2.

En el documento D02 se describe un equipo de tratamiento de agua en el que se produce mediante un par de generadores de tensión continua, uno de 4 a 10 V y otro de 4 kV a 12 kV, un campo eléctrico que se utiliza para matar microbios y mejorar la calidad del agua. Véase D01, resumen de la base de datos WPI, páginas 1 y 2 y figura 1.

En el documento D02 el agua circula por un controlador 3 con una entrada 4 y una salida 5. Véase resumen, páginas 1 y 2 y figura 1. Además, es evidente para el experto en la materia que es necesario delimitar el flujo del medio a depurar cuando este medio es líquido o gaseoso.

Así pues, la diferencia entre el objeto de la reivindicación 2 y el documento D02 es que en el documento D02 el campo eléctrico se genera mediante generadores convencionales de los que solo se especifica la tensión que producen.

Sin embargo, es conocido en el estado de la técnica que existen materiales en los que se produce, cuando se los ilumina con luz visible, un efecto fotovoltaico en volumen que produce una tensión de magnitud similar a la mencionada en el documento D02. Así por ejemplo, en el documento D01 se describe un aparato para la conversión de la energía luminosa en energía eléctrica con un rango de tensiones entre 10 V a varios kV. Véase D02, resumen.

No obstante, un nuevo uso de un aparato conocido, en este caso el uso del aparato para la conversión de energía luminosa en energía eléctrica del documento D01 como alternativa al uso de los generadores de energía eléctrica tradicionales mencionados en el documento D02, solo puede considerarse inventivo si hay que solucionar para dicho uso un problema técnico y las características técnicas correspondientes a la solución forman parte de la reivindicación. En este caso, ni se menciona ningún problema técnico en la descripción de la solicitud, ni se reivindican características técnicas concretas de la lámina (2) de material con efecto fotovoltaico en volumen que no sean las divulgadas en el documento D01.

Por lo tanto, para el experto en la materia hubiera sido obvio el emplear un aparato conversor de la energía luminosa en energía eléctrica tal como el descrito en el documento D01 para generar el campo eléctrico necesario en un equipo de tratamiento del agua de acuerdo con el documento D02. En efecto, se trata de una asociación en la que tanto el equipo de tratamiento de agua como el conversor de energía luminosa en energía eléctrica funcionan de forma normal y las interrelaciones de funcionamiento son evidentes.

En conclusión, se considera que la reivindicación 2, dependiente de la reivindicación 1 que carece de novedad, carece de actividad inventiva de acuerdo con el artículo 8 de la Ley de Patentes 11/1986.

La combinación del documento D01 con uno cualquiera de los documentos D03 o D04 también hubiera conducido al experto en la materia a la solución propuesta en la reivindicación 1 de la presente solicitud.

#### **REIVINDICACIONES 3 y 4**

En el documento D01 (resumen) se mencionan dos materiales ambos basados en titanatos, uno de ellos dopado con lantano que es una tierra rara.

Así pues las reivindicaciones 3 y 4, dependientes de la reivindicación 1 que carece de novedad, no tiene ninguna característica técnica nueva y carecen a su vez de actividad inventiva.

En los documentos D03 y D04 se ilustra otras alternativas contempladas en estas reivindicaciones:

- Documento D03 (resumen): se ilustra el uso un niobato dopado con Fe (metal de transición)
- Documento D04: se ilustra el uso de un material similar al del documento D02 (titanato dopado con lantano) pero se indica además de forma explícita que se puede usar el dispositivo con luz solar como se menciona en la descripción de la solicitud.

#### **REIVINDICACIONES 5 a 11**

No se ha encontrado en el estado de la técnica ningún documento relevante para la apreciación de la novedad o de la actividad inventiva de las reivindicaciones 5 a 11 por lo que se considera que las reivindicaciones 5 a 11 reúnen los requisitos de novedad y actividad inventiva de acuerdo con los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes 11/1986.