

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 510**

21 Número de solicitud: 201331937

51 Int. Cl.:

C02F 1/46 (2006.01)

C02F 3/30 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

30.12.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

01.07.2015

71 Solicitantes:

**FUNDACIÓN CENTRO DE LAS NUEVAS
TECNOLOGÍAS DEL AGUA (33.3%)
Autovía A49 Sevilla-Huelva, Km. 28
41820 Carrión de los Céspedes (Sevilla) ES;
FUNDACIÓN IMDEA AGUA (33.3%) y
JOCA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES, S.A.
(33.3%)**

72 Inventor/es:

**SALAS RODRÍGUEZ, Juan José;
PIDRE BOCARDO, Juan Ramón;
ARAGÓN CRUZ, Carlos Alberto;
ESTEVE NÚÑEZ, Abraham;
TEJEDOR SANZ, Sara;
BERNA GALIANO, Antonio y
LÓPEZ MARTÍNEZ, Gonzalo Francisco**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **Sistema bioelectroquímico para depurar aguas residuales con cátodo de esferas conductoras flotantes**

57 Resumen:

Sistema bioelectroquímico para depurar aguas residuales, que comprende una cámara anaerobia anódica, en la que se produce la oxidación de materia orgánica por microorganismos, y una cámara aerobia catódica, donde el cátodo de dicha cámara aerobia catódica consiste en esferas conductoras flotantes.

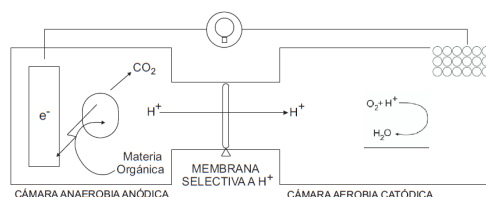


Fig. 1

**SISTEMA BIOELECTROQUÍMICO PARA DEPURAR AGUAS RESIDUALES CON
CÁTODO DE ESFERAS CONDUCTORAS FLOTANTES**

DESCRIPCIÓN

5

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención pertenece al campo técnico del tratamiento biológico del agua residual; procedimientos aerobios y anaerobios. En concreto, la presente invención está relacionada con un sistema bioelectroquímico para depurar aguas residuales, que contiene microorganismos para tratar la materia orgánica presente en las aguas residuales.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

El tratamiento biológico de las aguas residuales urbanas, que tiene como principal objetivo reducir su contenido en materia orgánica, se basa en procesos llevados a cabo por microorganismos (fundamentalmente bacterias), que actúan sobre la materia orgánica (suspendida, disuelta o coloidal), presente en las aguas a tratar, transformándola en gases y en nueva materia celular, que se puede separar fácilmente del agua por sedimentación, dada su mayor densidad.

20

En el tratamiento aerobio de las aguas residuales, tienen lugar reacciones de síntesis o de asimilación y reacciones de oxidación o respiración endógena. Para el correcto desarrollo de las reacciones de síntesis y de respiración endógena, en los procesos aerobios es necesario el aporte de oxígeno, que actúa como aceptor de electrones en los metabolismos respiratorios. Este tipo de metabolismo lo presentan los organismos que generan energía por transportes de electrones mediante enzimas, desde un donante de electrones hasta un aceptor de electrones exterior.

25

En la actualidad, la forma más habitual de llevar a la práctica el tratamiento aerobio de las aguas residuales se conoce como proceso de Lodos Activos.

30

En este proceso el agua residual a tratar se introduce en una cuba, o reactor biológico, en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión, formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos (Lodos Activos) al que se denomina "licor mezcla".

35

En el reactor tienen lugar las reacciones de oxidación y síntesis y de respiración endógena, vistas anteriormente.

5 Las condiciones aerobias en el reactor se logran mediante el empleo de aireadores mecánicos o difusores, que además de oxigenar permiten la homogeneización del licor de mezcla, evitando la sedimentación de los flóculos en el reactor.

10 Tras un cierto tiempo de permanencia en el reactor, el licor de mezcla se lleva a decantación, para separar el efluente depurado de los lodos (nuevas células). Parte de estos lodos se recirculan de nuevo al reactor, con objeto de mantener en éste una concentración determinada de microorganismos, y el resto de los lodos se purgan periódicamente.

15 Los sistemas bioelectroquímicos (SBE) son dispositivos que permiten utilizar a las bacterias para oxidar la materia orgánica generando electricidad. Este tipo de microorganismos se denominan electrogénicos y tienen la capacidad de utilizar un sólido conductor (un electrodo) como aceptor de electrones, en un proceso respiratorio que le permite obtener energía para sus procesos vitales.

20 Las celdas de combustible microbianas son sistemas bioelectroquímicos que transforman la materia orgánica en electricidad. En estas celdas, los electrones contenidos en la materia orgánica son liberados tras la oxidación de la misma por parte de los microorganismos electrogénicos. Los electrones son transferidos a un electrodo (ánodo), que está conectado con otro (cátodo) de un potencial más positivo hacia el que se desplazan, para reaccionar finalmente con un aceptor soluble como el oxígeno y los protones para dar agua.

25 Una de las aplicaciones más relevantes de los sistemas bioelectroquímicos es en el campo del tratamiento de aguas residuales, debido a la gran variedad de compuestos orgánicos que los microorganismos electrogénicos son capaces de degradar. La principal ventaja que presenta frente al tratamiento clásico aerobio, es la notable diferencia en el rendimiento de biomasa que presentan los microorganismos involucrados en el proceso, entre 0,07 y 0,22 g biomasa/g DQO sustrato para los sistemas bioelectroquímicos, frente a los 0,4 g biomasa/g DQO sustrato en el proceso aireado. La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. La menor producción de biomasa de los sistemas bioelectroquímicos reduce sustancialmente el volumen de residuo producido y, por tanto, los costes relacionados con la gestión de estos fangos.

30

35

Uno de los aspectos más investigados de los sistemas bioelectroquímicos son los materiales y las configuraciones de cátodos utilizados, ya que éstos juegan un papel relevante, por una parte, en el funcionamiento electroquímico de estos sistemas, y, por otra, en la viabilidad económica de su escalado.

Los materiales clásicos utilizados como cátodos en sistemas bioelectroquímicos son fieltros, fibras de carbono o materiales porosos.

El problema que plantea el estado de la técnica consiste en proporcionar un sistema bioelectroquímico alternativo a los descritos en el estado de la técnica.

La solución que proponer la presente invención es un sistema bioelectroquímico en el que cátodo consiste en esferas metálicas conductoras huecas, que permanecen en flotación.

Este diseño del cátodo optimiza el funcionamiento del sistema bioelectroquímico y es, a la vez, económicamente viable y duradero.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Una realización preferida de la presente invención es un sistema bioelectroquímico para depurar aguas residuales, que comprende una cámara anaerobia anódica, en la que se produce la oxidación de materia orgánica por microorganismos, y una cámara aerobia catódica, donde el cátodo de dicha cámara aerobia catódica consiste en esferas conductoras flotantes, en adelante sistema bioelectroquímico de la invención.

En la presente invención, se entiende por “conductor”, “conductora” y “conductoras” a la propiedad de conducir la corriente eléctrica.

Las esferas tienen una alta relación superficie/volumen y permanecen en flotación en el sistema bioelectroquímico de la invención. El carácter conductor de las esferas hace que el conjunto de los distintos elementos actúe como un único electrodo.

La configuración de las esferas permite que se adapten perfectamente a la superficie del agua del sistema bioelectroquímico, sin necesitar ninguna obra de ingeniería adicional.

Otra realización es el sistema bioelectroquímico de la invención, donde dichas esferas conductoras flotantes son esferas metálicas o esferas de fibra de carbono. De forma particular, dichas esferas conductoras flotantes metálicas son de acero inoxidable.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. Esquema de una vista desde arriba del sistema bioelectroquímico, en el que se muestra la cámara anaerobia anódica, la cámara aerobia catódica y la membrana selectiva a protones. Las esferas están en contacto entre sí.

10

Figura 2. Esquema del cátodo de esferas conductoras flotantes. Se muestra el colector de corriente y el cable conectado al colector que transfiere los electrones desde el ánodo hasta el cátodo de esferas conductoras.

15 Figura 3. Monitorización de la producción de corriente eléctrica en el sistema bioelectroquímico de la invención, operando en continuo. Se muestra el porcentaje de eliminación de materia orgánica (depuración) y la eficiencia culómbica del proceso a lo largo de 30 días.

20 MODOS DE REALIZACIÓN PREFERENTE

Ejemplo 1. Ensayo con el sistema bioelectroquímico de la invención

Se realizó un ensayo en un sistema bioelectroquímico compuesto de una cámara anaerobia anódica, conteniendo microorganismos y una cámara aerobia catódica. La Figura 1 muestra un esquema de este sistema bioelectroquímico. En la cámara aerobia catódica, se ha empleado un cátodo de esferas de acero inoxidable AISI 304, con un diámetro $\varnothing=60$ mm y un área superficial/esfera= $0,113$ m², acopladas a un colector de corriente. Un esquema de este cátodo de esferas conductoras huecas y del colector de corriente se muestra en la Figura 2.

30

El agua se mantuvo en movimiento y este movimiento hizo girar cada esfera de forma que toda su superficie permaneció mojada y contribuyendo al proceso electroquímico.

En este ejemplo, se utilizó agua sintética con glucosa como fuente de carbono. La depuración del agua sintética con glucosa alcanzó el estado estacionario y permitió una eliminación de DQO de aproximadamente el 85 %. Esta reducción en el contenido de DQO

35

estuvo asociada a una producción de corriente que, teniendo en cuenta la cantidad de materia orgánica eliminada en el sistema, dio lugar a una eficiencia culómbica media del 41% (porcentaje de DQO eliminada de forma electrogénica en el ánodo sobre DQO total que desaparece en el sistema). Además, la capacidad depurativa del reactor fue estable a medida que el sistema maduró.

La Figura 3 muestra la monitorización de la producción de corriente eléctrica producida en el sistema bioelectroquímico de este ejemplo.

10

REIVINDICACIONES

1. Sistema bioelectroquímico para depurar aguas residuales, que comprende una cámara anaerobia anódica, en la que se produce la oxidación de materia orgánica por microorganismos, y una cámara aerobia catódica, caracterizado por que el cátodo de dicha cámara aerobia catódica consiste en esferas conductoras flotantes.
2. Sistema bioelectroquímico según la reivindicación 1, caracterizado por que dichas esferas conductoras flotantes son metálicas o de fibra de carbono.
3. Sistema bioelectroquímico según la reivindicación 2, caracterizado por que dichas esferas conductoras flotantes metálicas son de acero inoxidable.

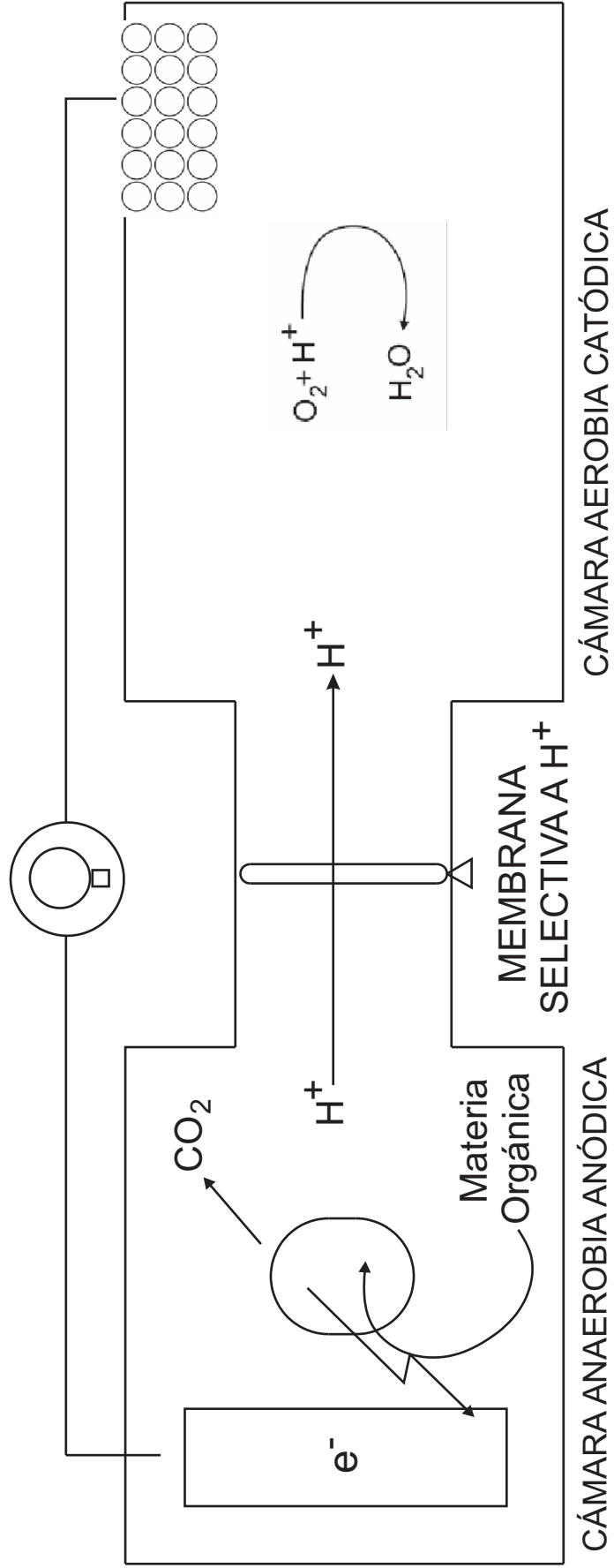


Fig. 1

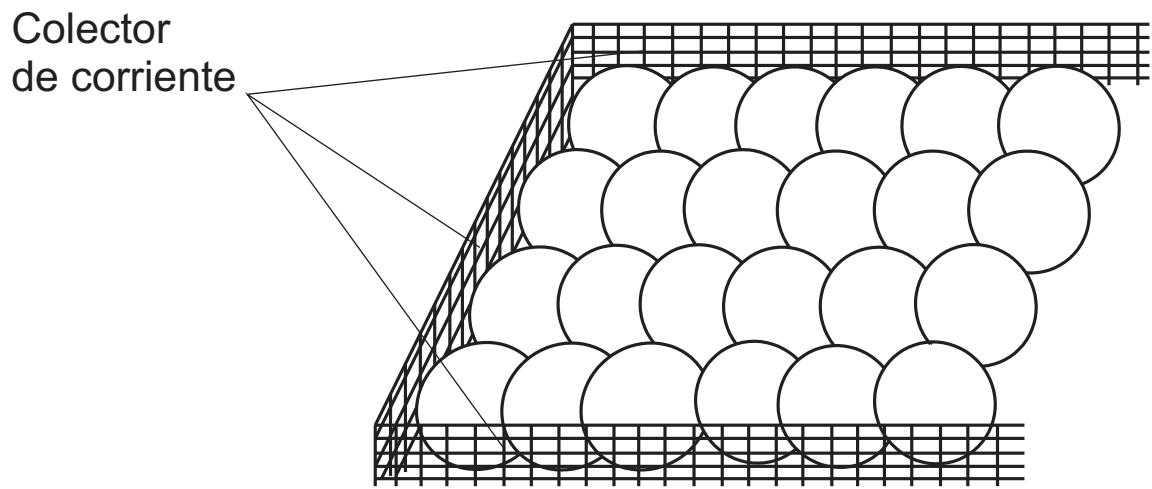


Fig. 2

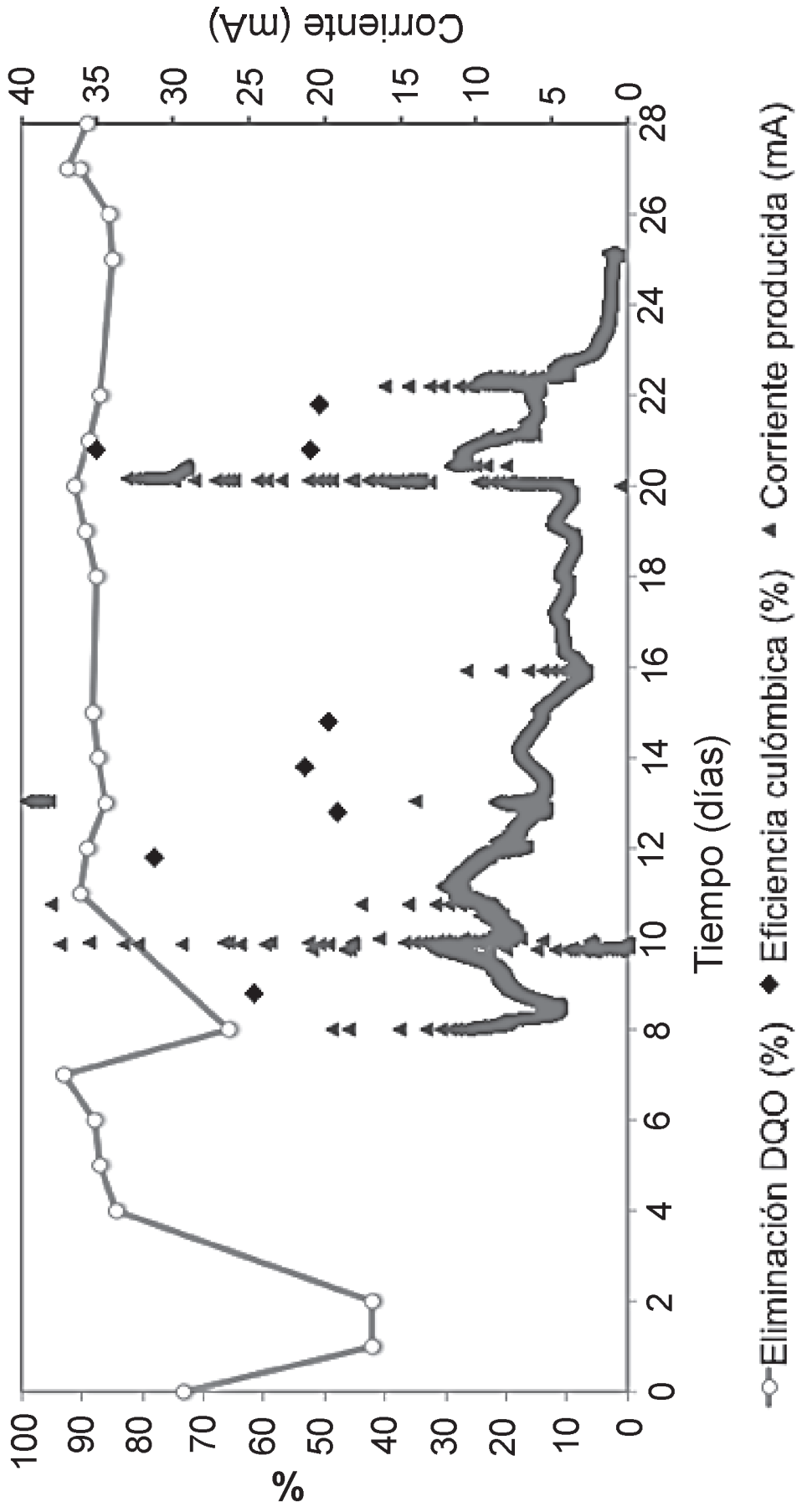


Fig. 3



- ②① N.º solicitud: 201331937
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.12.2013
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **C02F1/46** (2006.01)
C02F3/30 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 2010042987 A1 (UNIV QUEENSLAND et al.) 22.04.2010, resumen; reivindicaciones.	1-3
A	WO 2007077577 A2 (GHORPADE NARENDRA et al.) 12.07.2007, reivindicaciones; figuras.	1-3
A	KR 20110051314 A (KWANGJU INST SCI & TECH) 18.05.2011, (resumen) WPI (base de datos en línea), (recuperado el 07.04.2015). Recuperado de EPOQUE-WPI. N.º de acceso 2011-H03090.	1-3

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.º:

Fecha de realización del informe
07.04.2015

Examinador
J. Manso Tomico

Página
1/4

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

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: 07.04.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-3	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	WO 2010042987 A1 (UNIV QUEENSLAND et al.)	22.04.2010
D02	WO 2007077577 A2 (GHORPADE NARENDRA et al.)	12.07.2007
D03	KR 20110051314 A (KWANGJU INST SCI & TECH)	18.05.2011

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

La presente solicitud divulga un sistema bioelectroquímico para depurar aguas residuales. La reivindicación 1 caracteriza el sistema porque comprende una cámara anaeróbica anódica donde se produce la oxidación de la materia orgánica por microorganismos, una cámara aeróbica catódica que contiene esferas conductoras huecas que permanecen en flotación.

D01 describe un método para tratar una corriente de aguas residuales que contienen material orgánico o material inorgánico y que comprende hacer pasar la corriente de aguas residuales por un ánodo y un cátodo de un sistema de bioelectroquímico, donde en dicho sistema, tanto en el ánodo como en el cátodo, se dan reacciones catalizadas por microorganismos para alterar el pH de la corriente de aguas residuales. En el sistema descrito ambas cámaras están separadas por una membrana permeable a los iones.

D02 describe unas esferas flotantes para ser utilizadas en plantas de tratamiento de aguas residuales, donde cada esfera tiene ranuras escalonadas donde se disponen las bacterias depositadas en ellas; bacterias que se seleccionan para reaccionar con el agua y degradar las impurezas. Las esferas tienen densidades predeterminadas menores que la densidad del agua, lo que les permite flotar.

D03 describe un generador de hidrógeno fotobioelectroquímico provisto de un baño de reacción (10), un ánodo ópticamente activo (20) y un cátodo (30). El ánodo ópticamente activo está provisto de una capa de partículas semiconductoras (24) en la superficie de un soporte principal (22) y un microorganismo principal electroquímicamente activo. El cátodo se coloca dentro del baño de reacción donde hay un microorganismo electroquímicamente activo. El microorganismo electroquímicamente activo auxiliar se adhiere al cátodo.

Ninguno de los documentos del estado de la técnica divulga un sistema que contenga todas las características técnicas del sistema de las reivindicaciones 1-3, por lo que la invención contenida en tales reivindicaciones cumpliría con el requisito de novedad tal y como se menciona en el art.6 de la ley 11/1986.

Ninguno de los documentos del estado de la técnica, tomados solos o en combinación, permitirían al experto en la materia deducir de manera obvia el objeto de las reivindicaciones 1-3, por lo que la invención contenida en tales reivindicaciones cumpliría con el requisito de actividad inventiva tal y como se menciona en el art. 8 de la ley 11/1986.