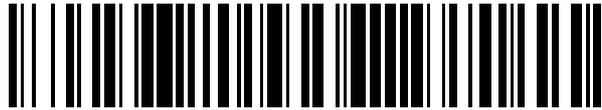


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 527**

21 Número de solicitud: 201630394

51 Int. Cl.:

H01M 8/16

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

01.04.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.12.2016

Fecha de concesión:

02.10.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

09.10.2017

73 Titular/es:

**VIDARTE GORDILLO, Pablo Manuel (100.0%)
C/ San Joan de la Salle, nº 42
08022 Barcelona (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

**VIDARTE GORDILLO, Pablo Manuel y
RODRÍGUEZ MACÍAS, Javier**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la generación de energía eléctrica**

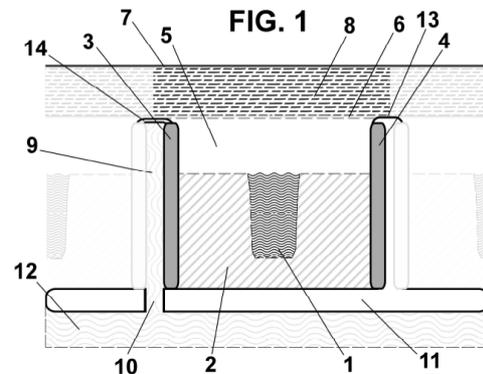
57 Resumen:

Dispositivo y procedimiento para la generación de energía eléctrica.

El dispositivo comprende materia orgánica (1, 2) rodeada por un ánodo (4) y un cátodo (3); y un canal de entrada (10) de oxígeno para proporcionar oxígeno al cátodo (3), en el que dicha materia orgánica (1, 2) comprende una primera porción (1) que comprende una solución sólida de levadura y/o triptona y/o quitina y geobacterias y una segunda porción (2) que comprende fertilizantes.

El procedimiento comprende las etapas de plantar una planta; regar dicha planta; mezclar dicha agua con las sustancias orgánicas producidas por las raíces de la planta en un proceso de fotosíntesis; romper los enlaces moleculares de las sustancias orgánicas mediante microorganismos que se alimentan de estas sustancias, produciendo electrones libres; dirigir los electrones al cátodo (4); y crear una corriente de electrones entre el cátodo (4) y el ánodo (3).

Permite optimizar su eficiencia, proporcionando una corriente más fiable y constante.



ES 2 595 527 B1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para la generación de energía eléctrica

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la generación de energía eléctrica, produciéndose la energía eléctrica a partir de la fotosíntesis de las plantas de una manera sostenible.

Antecedentes de la invención

10

En la actualidad las energías renovables son cada vez más importantes para conseguir energía eléctrica de manera sostenible. Ejemplos de estas energías renovables son la energía solar o eólica.

- 15 Se conocen las denominadas celdas de combustible biológicas, en las que se obtiene energía eléctrica a partir de materia orgánica mediante acción bacteriana.

Estas celdas de combustible biológicas comprenden materia orgánica, por ejemplo glucosa o acetato, a partir de la cual se obtiene la energía eléctrica y un ánodo y un cátodo para el
20 flujo de electrones.

Aunque estas celdas de combustible biológicas o microbianas pueden proporcionar una alta eficiencia de conversión energética, esta tecnología se encuentra todavía en su etapa de desarrollo experimental y las potencias obtenidas son aún bajas, no habiendo actualmente
25 aplicaciones comerciales disponibles.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo y un procedimiento para la generación de energía eléctrica a partir de la fotosíntesis de las plantas que proporcione una eficiencia optimizada, que permita su aplicación comercial.

30

Descripción de la invención

Con el dispositivo y procedimiento para la generación de energía eléctrica de la invención se consiguen resolver los inconvenientes citados, presentando otras ventajas que se
35 describirán a continuación.

De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo para la generación de energía eléctrica, que comprende materia orgánica rodeada por un ánodo y un cátodo; y un canal de entrada de oxígeno para proporcionar oxígeno al cátodo, y se caracteriza porque dicha materia orgánica comprende una primera porción que comprende una solución sólida de levadura y/o triptona y/o quitina y geobacterias y una segunda porción que comprende fertilizantes.

Ventajosamente, dicha segunda porción rodea completamente dicha primera porción excepto en su parte superior.

De acuerdo con una realización preferida, el dispositivo de acuerdo con la presente invención comprende una cámara para agua entre dicha materia orgánica, el ánodo y el cátodo.

Preferentemente, una estructura de rejilla comprende una rejilla intermedia dispuesta entre dos rejillas exteriores, siendo la rejilla intermedia más gruesa que las rejillas exteriores.

Además, el ánodo y el cátodo están conectados ventajosamente entre sí a través de una resistencia para generar una diferencia de potencial entre ambos, y dicho canal de entrada de oxígeno proporciona oxígeno a una cavidad aeróbica adyacente a dicho cátodo.

De acuerdo con una posible realización, dicho cátodo y dicho ánodo están dispuestos inclinados entre sí, definiendo una sección troncocónica, y dicha materia orgánica puede definir una forma toroidal.

El dispositivo para la generación de energía eléctrica puede comprender una caja de conexión al ánodo y al cátodo, y un conector eléctrico exterior conectado a dicha caja de conexión, por ejemplo un conector USB.

Según un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para la generación de energía eléctrica mediante el dispositivo descrito anteriormente, que comprende las siguientes etapas:

- plantar una planta provista de raíces en una tierra colocada sobre el dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores;
- regar dicha planta, arrastrando sustancias orgánicas producidas por las raíces de la planta

en un proceso de fotosíntesis y otras sustancias orgánicas de dicha tierra donde está plantada la planta;

- mezclar dicha agua con las sustancias orgánicas producidas por las raíces de la planta en un proceso de fotosíntesis y otras sustancias de dicha tierra donde está plantada la planta

5 con la solución sólida de levadura y/o triptona y/o quitina y geobacterias y los fertilizantes;

- romper los enlaces moleculares de las sustancias orgánicas mediante microorganismos (geobacterias) que se alimentan de estas sustancias, produciendo electrones libres;

- dirigir los electrones al cátodo; y

- crear una corriente de electrones entre el cátodo y el ánodo.

10

Ventajosamente, dicha etapa de mezcla se realiza en la cámara para agua.

El procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende ventajosamente la formación de cepas mediante geobacterias en la cámara, y la etapa de crear un flujo lineal

15 de electrones mediante dichas cepas.

Además, el procedimiento puede comprender la etapa de electrocutar los microorganismos de la materia orgánica con una frecuencia de tiempo diferente y diferentes tensiones antes de regar dicha planta.

20

Con el dispositivo y el procedimiento para la generación de energía eléctrica de la presente invención se puede optimizar su eficiencia, proporcionando una corriente más fiable y constante, de manera que se general electrones libres por parte de las moléculas más fuertes en la porción sólida, al igual que las moléculas más débiles en la porción líquida, y se

25 redirigen automáticamente al ánodo mediante las cepas de las bacterias de la porción líquida.

Breve descripción de los dibujos

30 Para mejor comprensión de cuanto se ha expuesto, se acompañan unos dibujos en los que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización.

La figura 1 es una vista en alzado en sección del dispositivo para la generación de energía

35 eléctrica de acuerdo con la presente invención, según una primera realización;

La figura 2 es una vista en alzado en sección del dispositivo representado en la figura 1, donde se muestran las etapas del procedimiento para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención;

5 La figura 3 es una vista en alzado en sección del dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención, según una segunda realización;

La figura 4 es una vista en planta en sección del dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención, según dicha segunda realización;

10 La figura 5 es una vista en planta en sección del dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención, según una tercera realización; y

La figura 6 es una vista en planta en sección del dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención, según una cuarta realización.

Descripción de una realización preferida

20 En la figura 1 se muestra una primera realización del dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención, que puede estar formado por una pluralidad de módulos o por un solo módulo.

El dispositivo comprende los siguientes componentes, identificados por las correspondientes referencias numéricas:

- 25
1. Primera porción de materia orgánica. Es una solución sólida de levadura y/o triptona y/o quitina. Unos microorganismos, tal como geobacterias anaerobias se colocan preferentemente en la parte superior a través de una solución líquida.
 2. Segunda porción de materia orgánica, formada por fertilizantes, en forma de una capa
 - 30 sólida.
 3. Cátodo, formado preferentemente por un conductor de 0,1 mm a 3 mm de diámetro, por ejemplo, de grafito o cobre.
 4. Ánodo, formado preferentemente por un conductor de 0,1 mm a 3 mm de diámetro, por ejemplo, de grafito o cobre.
 - 35 5. Cámara para el almacenamiento de agua. Cuando el agua llena esta cámara, los microorganismos de la materia orgánica se extienden formando filamentos bacterianos

lineales entre el ánodo y el cátodo.

6. Rejilla exterior metálica fina, por ejemplo, de 2 mm.

7. Rejilla exterior metálica fina, por ejemplo, de 1 mm.

8. Rejilla intermedia metálica gruesa, por ejemplo, formada por mallas metálicas de 5 x 5 x 5 cm). Esta rejilla se utiliza para colocación de tierra y la plantación de plantas (no representadas) sobre la misma. Además, forma una estructura semi-hermética para el ánodo y el cátodo. Junto con las rejillas exteriores forma una estructura de rejilla.

9. Cavity aeróbica vacía adyacente y en contacto con el cátodo (3) y cerrada. El oxígeno llega a esta cavity a través de su parte inferior.

10. Canal de entrada de oxígeno. El oxígeno pasa a través para llenar la cavity aeróbica.

11. Estructura de base, por ejemplo, de plástico de 5 mm de espesor.

12. Aire. El aire pasa a través de la parte inferior de la estructura de base 11 para entrar por el canal de entrada 10.

13. Pilar, por ejemplo, de plástico de 5 mm de espesor. Está conectado a la estructura de base 11 y se utiliza para soportar la estructura de rejilla.

14. Pilar, por ejemplo, de plástico de 5 mm de espesor. Está conectado a la estructura de base 11 y se utiliza para soportar la estructura de rejilla.

En la figura 2 se han representado las etapas del procedimiento para la producción de energía eléctrica, que es el siguiente.

Como se ha indicado anteriormente, las geobacterias anaerobias se colocan en la parte superior a través de una solución líquida sobre la primera porción 1 de materia orgánica, es decir, la solución sólida de levadura y/o triptona y/o quitina. Aunque no es imprescindible, es preferible que estos microorganismos hayan pasado por un proceso de electrocución, por el que los microorganismos son electrocutados con una frecuencia de tiempo diferente y diferentes tensiones (por ejemplo, en un proceso único de electrocución de una semana, se haría con una tensión de 0,1 a 0,5 voltios en los días 1 y 2, aumentando hasta llegar a 1,0 y 1,5 en el día 7). Con este proceso, sólo los microorganismos más resistentes y conductores se mantendrán y se reproducirán, generando mejores resultados.

A continuación se añade agua a una planta (no representada) que se ha plantado en una tierra dispuesta sobre la estructura de rejilla 6, 7, 8, de manera que las sustancias orgánicas producidas por las raíces en el proceso de la fotosíntesis son arrastradas, arrastrándose también otros líquidos orgánicos de la tierra.

5 Cuando el agua cae y llena toda la cámara 5, las sustancias de la segunda porción 2 de fertilizante sólido y de la planta se mezclan. Las geobacterias de la primera porción 1 de materia orgánica se activan con la adición de esta agua y comienzan a extenderse. De esta manera, se crea un sistema binario con un sólido y una capa de líquido, siendo ambos responsables de las distintas tareas químicas y biológicas en el procedimiento.

10 Las geobacterias que son capaces de nutrirse a partir de moléculas orgánicas más grandes se desplazarán a las partes más bajas y sólidas del dispositivo, mientras que el resto se quedará en las zonas líquidas superiores. Esas geobacterias en las partes líquidas tienden a ser los más conductores, con mayor resistencia a campos eléctricos.

15 Cuando estas geobacterias descomponen las moléculas orgánicas, se liberan electrones. Para redirigir una corriente constante sin permitir que los electrones se reconduzcan a cualquier otra molécula, las moléculas rotas se conducen al cátodo 3 atrayéndose mediante las moléculas de oxígeno en la cavidad aeróbica 9, para que los electrones se conserven en el interior del dispositivo mediante atracciones químicas simples. El propio dispositivo genera moléculas de hidróxido, agua y oxígeno.

20 Después de establecer la corriente eléctrica, las geobacterias, que preferentemente han pasado por la etapa de electrocución crean cepas nanométricas, uniéndose en la cámara 5, desplazándose desde el cátodo 3 al ánodo 4.

25 Estas cepas atraen los electrones en el líquido, creando un flujo lineal que permite una corriente más fiable y constante. Al mismo tiempo, la pérdida de electrones en las partes más bajas del dispositivo se redirigen al ánodo 4.

30 El uso de este sistema binario (líquido-sólido) permite que las moléculas más resistentes y más grandes se asienten en la parte sólida y las más ligeras en la cámara del líquido. El sistema optimiza la eficiencia mediante el aprovechamiento de todos los tipos de microorganismos y moléculas.

35 En las figuras 3 y 4 se representa una segunda realización del dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención. Por motivos de simplicidad, en esta realización se utilizan las mismas referencias numéricas que en la realización anterior para indicar los mismos elementos.

La principal diferencia de esta segunda realización es la disposición del ánodo 4 y del cátodo 3, que este caso están dispuestos inclinados entre sí definiendo una forma troncocónica, tal como se puede apreciar en la figura 3, y estando definida la cavidad aeróbica 9 en la parte central del dispositivo.

5

Además, el dispositivo comprende una caja de conexión 17 eléctrica, que está conectada a un conector externo 18, por ejemplo de tipo USB, para poder conectar aparatos alimentados eléctricamente.

10 En las figuras 5 y 6 se han representado una tercera y cuarta realizaciones del dispositivo de generación de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención, que están especialmente diseñados para su montaje modular, de manera que una pluralidad de dispositivos se pueden unir entre sí, formando un módulo. Como anteriormente, también en este caso se han utilizado las mismas referencias numéricas para identificar los mismos
15 elementos, por motivos de simplicidad.

Una de las diferencias respecto a las realizaciones anteriores en que todos los cátodos 3 y ánodos 4 del módulo están conectados entre sí mediante cables. Además, los ánodos 4 y los cátodos 3 están unidos con una resistencia 16.

20

También debe indicarse que en la realización representada en la figura 5, la cavidad anaeróbica 9 está compartida entre varios dispositivos del módulo mediante tubos, permitiendo un flujo constante de oxígeno.

25 Debe indicarse que en estas realizaciones adicionales, el procedimiento para la producción de energía eléctrica es el mismo que el descrito anteriormente.

A pesar de que se ha hecho referencia a una realización concreta de la invención, es evidente para un experto en la materia que el dispositivo y el procedimiento descritos son
30 susceptibles de numerosas variaciones y modificaciones, y que todos los detalles mencionados pueden ser sustituidos por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la generación de energía eléctrica, que comprende:
- materia orgánica (1, 2) rodeada por un ánodo (4) y un cátodo (3); y
5 - un canal de entrada (10) de oxígeno para proporcionar oxígeno al cátodo (3),
caracterizado porque dicha materia orgánica (1, 2) comprende una primera porción (1) que
comprende una solución sólida de levadura y/o triptona y/o quitina y geobacterias y una
segunda porción (2) que comprende fertilizantes.
- 10 2. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en
el que dicha segunda porción (2) rodea completamente dicha primera porción (1) excepto en
su parte superior.
3. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en
15 el que comprende una cámara (5) entre dicha materia orgánica (1, 2), el ánodo (4) y el
cátodo (3).
4. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 3, en
el que una estructura de rejilla (6, 7, 8) comprende una rejilla intermedia (8) dispuesta entre
20 dos rejillas exteriores (6, 7), siendo la rejilla intermedia (8) más gruesa que las rejillas
exteriores (6, 7).
5. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en
el que el ánodo (4) y el cátodo (3) están conectados entre sí a través de una resistencia
25 (16).
6. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en
el que dicho canal de entrada (10) de oxígeno proporciona oxígeno a una cavidad aeróbica
(9) adyacente a dicho cátodo (3).
- 30 7. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en
el que dicho cátodo (3) y dicho ánodo (4) están dispuestos inclinados entre sí, definiendo
una sección troncocónica.
- 35 8. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en
el que dicha materia orgánica (1, 2) define una forma toroidal.

9. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una caja de conexión (17) al ánodo (4) y al cátodo (3).

5 10. Dispositivo para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende un conector eléctrico exterior (18) conectado a dicha caja de conexión (17).

11. Procedimiento para la generación de energía eléctrica mediante el dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

10

- plantar una planta provista de raíces en una tierra colocada sobre el dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores;

- regar dicha planta, arrastrando sustancias orgánicas producidas por las raíces de la planta en un proceso de fotosíntesis y otras sustancias orgánicas de dicha tierra donde está
15 plantada la planta;

15

- mezclar dicha agua con las sustancias orgánicas producidas por las raíces de la planta en un proceso de fotosíntesis y otras sustancias de dicha tierra donde está plantada la planta con la solución sólida (1) de levadura y/o triptona y/o quitina y geobacterias y los fertilizantes (2) de manera que se rompen los enlaces moleculares de las sustancias orgánicas mediante
20 microorganismos que se alimentan de estas sustancias, produciendo electrones libres, se dirigen los electrones al cátodo (4) y se crea una corriente de electrones entre el cátodo (3) y el ánodo (4).

20

12. Procedimiento para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación
25 11, en el que dicha etapa de mezcla se realiza en la cámara (5).

25

13. Procedimiento para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende la etapa de electrocutar microorganismos de las sustancias orgánicas con una frecuencia de tiempo diferente y diferentes tensiones antes de regar dicha planta.

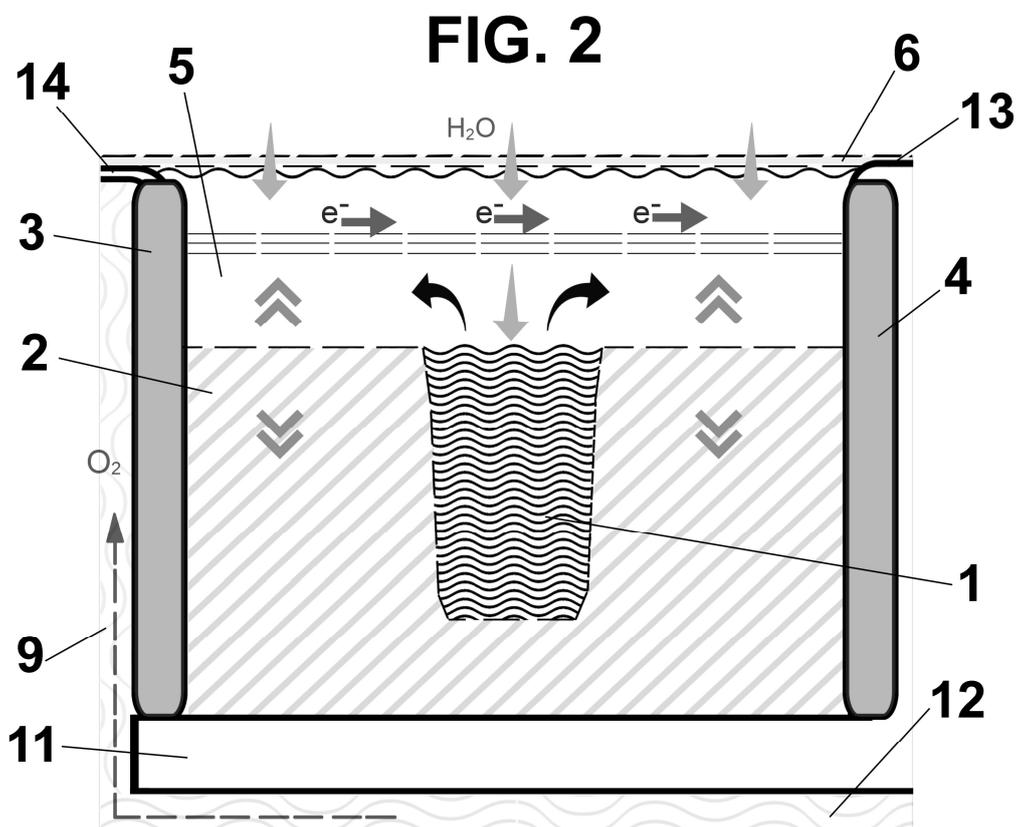
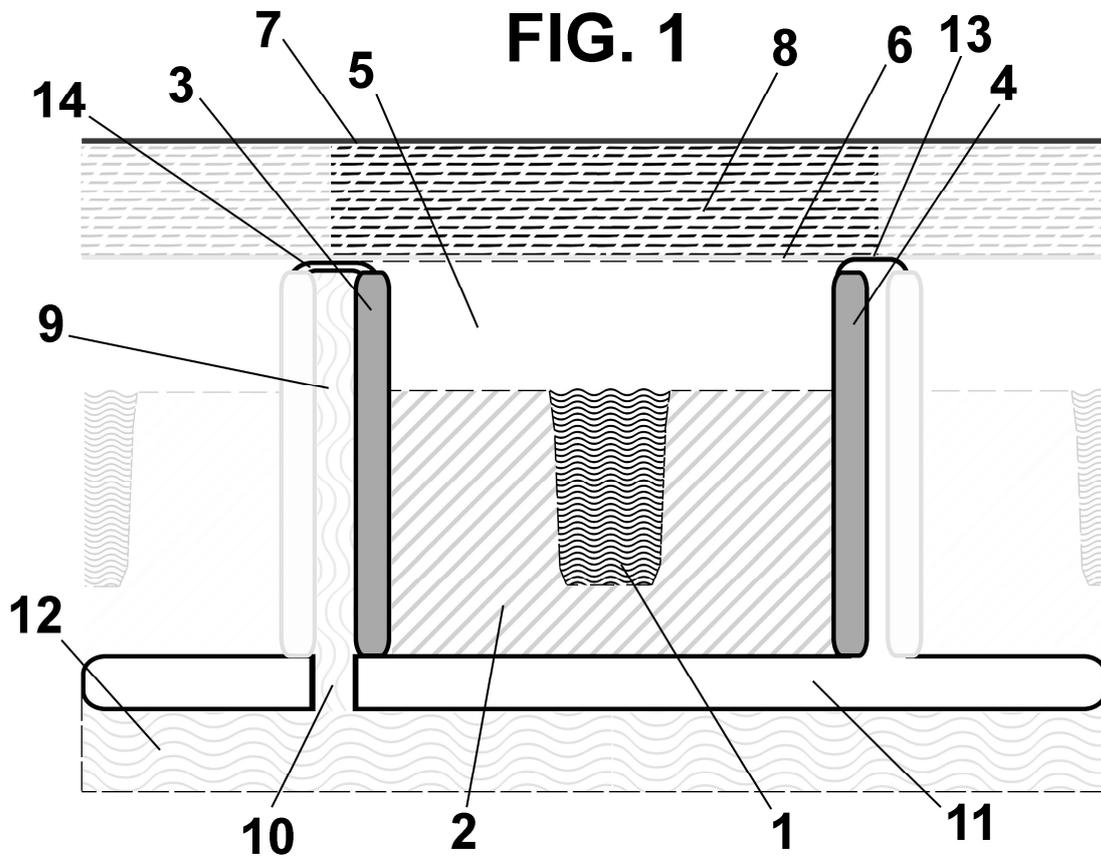


FIG. 3

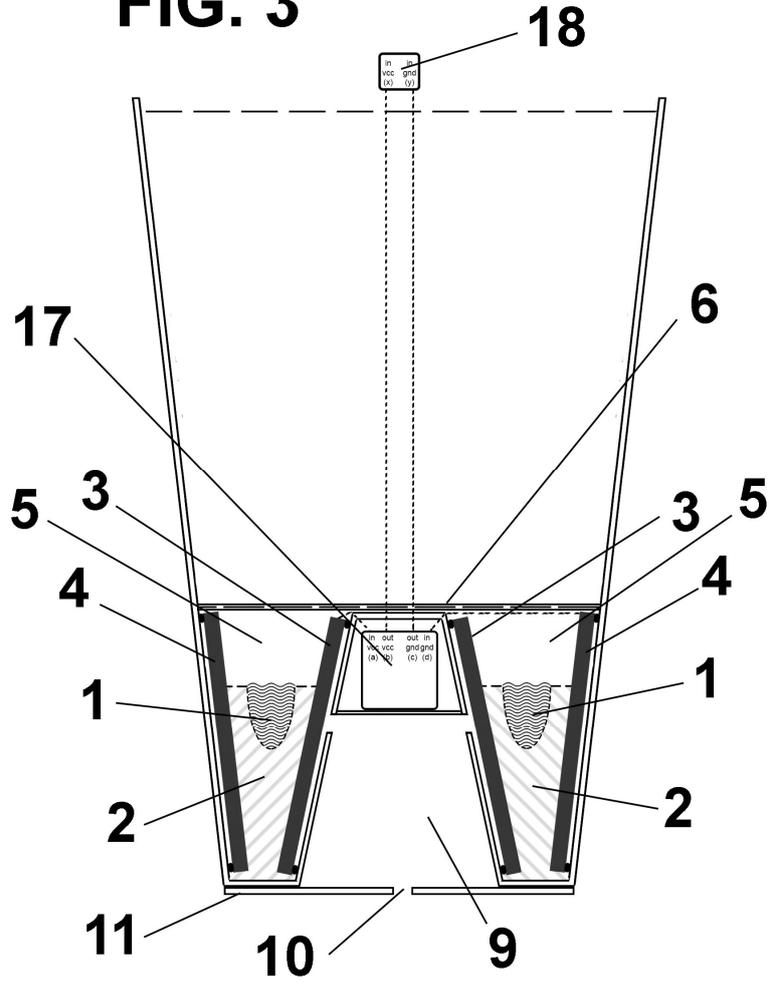


FIG. 4

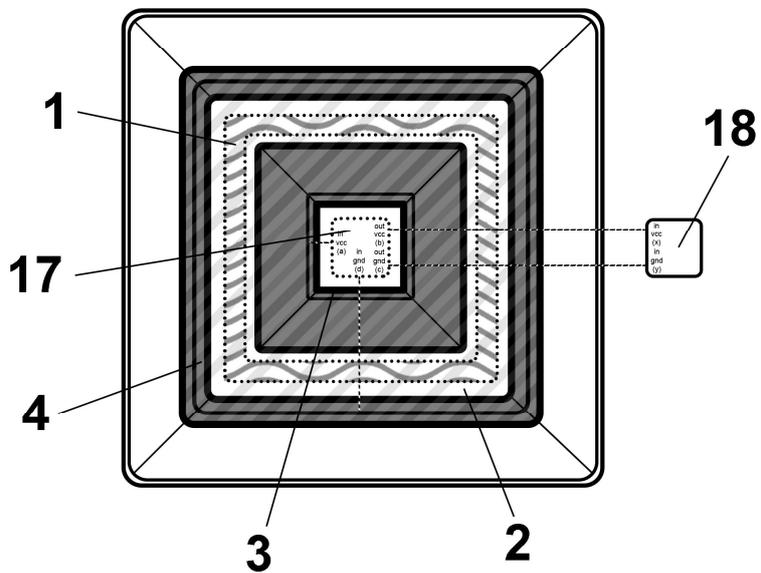


FIG. 5

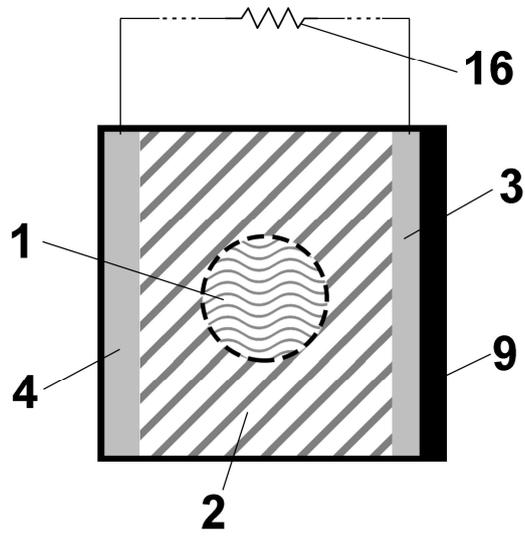
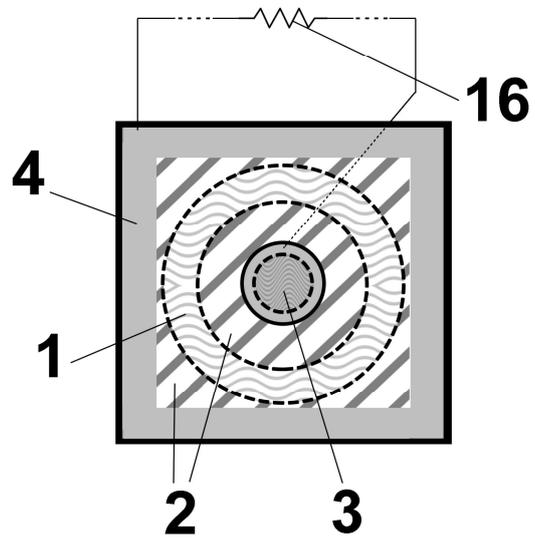


FIG. 6





②¹ N.º solicitud: 201630394

②² Fecha de presentación de la solicitud: 01.04.2016

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **H01M8/16** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2008/127109 A1 (UNIV WAGENINGEN [NL]; PLANT RES INT BV [NL]) 23.10.2008, (Todo el documento)	1-13
X	WO 2015/183084 A1 (PLANT E KNOWLEDGE B. V.) 03.12.2015, (Todo el documento)	1-13
X	Rittmann B. E. et al. Understanding the Distinguishing Features of a Microbial Fuel Cell as a Biomass-Based Renewable Energy Technology. Emerging Environmental Technologies, 2008, páginas 1-28 (Todo el documento)	1-13
X	Kenrick Vezina. Unos microbios convierten las plantas y la tierra en lámparas. El Blog de los Editores de TR, 25.11.2015 [en línea], [recuperado el 12.12.2016]. Recuperado de https://www.technologyreview.es/blog/347/31419/unos-microbios-convierten-las-plantas-y-la-tierra/	1-13
X	Rosenbaum M. et al. Light energy to bioelectricity: photosynthetic microbial fuel cells. Current Opinion in Biotechnology. 06.04.2010, Vol. 21, páginas 259–264 (Todo el documento)	1-13
X	Doherty L. et al. A review of a recently emerged technology: Constructed wetland - Microbial fuel cells. Water Research. 12.08.2015, Vol. 85, páginas 38-45 (Todo el documento)	1-13

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
21.12.2016

Examinador
M. Cumbreño Galindo

Página
1/5

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

H01M

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, , MEDLINE, NPL, EMBASE, BIOSIS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.12.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-13	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-13	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 2008127109 A1	23.10.2008
D02	WO 2015183084 A1	03.12.2015
D03	Rittmann B. E. et al. Emerging Environmental Technologies, páginas 1-28	2008
D04	Kenrick Vezina. Unos microbios convierten las plantas y la tierra en lámparas. El Blog de los Editores de TR, 25.11.2015 [en línea], [recuperado el 12.12.2016]. Recuperado de https://www.technologyreview.es/blog/347/31419/unos-microbios-convierten-las-plantas-y-la-tierra/	25.11.2015
D05	Rosenbaum M. et al. Current Opinion in Biotechnology. Vol. 21, páginas 259–264	06.04.2010
D06	Doherty L. et al. Water Research. Vol. 85, páginas 38-45	12.08.2015

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 invención tiene por objeto un dispositivo para la generación de energía eléctrica que comprende materia orgánica rodeada por un ánodo y un cátodo y un canal de entrada de oxígeno para proporcionar oxígeno al cátodo, caracterizado porque dicha materia orgánica comprende una primera porción que comprende una solución sólida de levadura y/o triptona y/o quitina y geobacterias y una segunda porción que comprende fertilizantes (reivindicaciones 1 a 13).

D01 anticipa un dispositivo que permite transformar la energía luminosa en energía eléctrica. Dicho dispositivo comprende una planta capaz de transformar la energía luminosa en compuestos donantes de electrones mediante la fotosíntesis, compuestos (carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas y vitaminas) que son liberados a través de las raíces y oxidados por los microorganismos presentes en el suelo. Después, los electrones producidos son transportados del ánodo al cátodo, siendo necesarios un aporte de oxígeno, aceptor final de electrones, que preferentemente es tomado de la atmósfera difundiendo al compartimento del cátodo. El ánodo y el cátodo están en sendos compartimentos y se encuentran conectados mediante una resistencia. El reactor comprende una serie de compartimentos anódicos los cuales pueden abrirse. La materia prima para que el proceso tenga lugar son los micro y macronutrientes y el agua de la tierra.

D02 divulga un conjunto de electrodo tubular que comprende: un espacio central tubular en el interior para el suministro de aire; un cátodo anular que rodea dicho espacio central; un ánodo anular que rodea al cátodo; una capa permeable al oxígeno e impermeable al agua entre el tubo central y el cátodo; una capa eléctricamente aislante y permeable a los iones entre el cátodo y el ánodo; sendos colectores de corriente conectados al cátodo y al ánodo. El presente dispositivo es utilizado en una celda de combustible microbiana para transformar la energía luminosa en energía eléctrica mediante organismos fotosintetizadores, pudiendo ser directamente sumergido en el suelo donde las plantas están creciendo. El diseño permite que el cátodo pueda ser alimentado con oxígeno incluso cuando el dispositivo está inmerso en agua o en suelo húmedo, en los que hay distintos compuestos orgánicos liberados por las raíces de las plantas que son oxidados por los microorganismos, como algunas especies de *Geobacter*, también presentes en el suelo o añadidos a la solución acuosa. El oxígeno molecular se suministra con el aire o con un gas que lo contenga.

D03 expone el papel de las celdas de combustible microbianas (MFCs) en la tecnología relativa a energías renovables basadas en la utilización de biomasa. Así mismo, revisa algunos avances en investigación sobre MFCs y cómo funcionan.

D04 detalla un método para captar la electricidad generada por las plantas y transformarla en luz gracias al trabajo de las bacterias del género *Geobacter* presentes en la tierra. Cada prototipo contiene una red de electrodos enterrados en la tierra, dentro de la cual se cultiva una sola planta. La red se conecta a una batería que alimenta una gran lámpara LED.

D05 repasa el funcionamiento de varias celdas de combustible microbianas en las que a partir de la fotosíntesis se genera energía eléctrica, entre ellas algunos dispositivos en los que se establece un sinergismo entre las plantas y las bacterias presentes en el suelo.

D06 explica que los humedales artificiales (CWs) y las celdas de combustible microbianas (MFCs) son tecnologías compatibles, necesitando estas últimas un ánodo en condiciones anaerobias y un cátodo expuesto a oxígeno, mientras que tales condiciones redox pueden desarrollarse naturalmente en los CWs. Revisa las publicaciones relativas a estos sistemas CW-MFCs, los cuales en su mayoría operan con un ánodo enterrado y un cátodo en la superficie o en la rizosfera de las plantas. Recuerda algunos requisitos como el aporte de oxígeno al cátodo o la actividad electrogénica de bacterias como *Geobacter*.

NOVEDAD (ART. 6.1 LP 11/1986)

En la documentación y bases de datos que han sido consultadas no se han encontrado un dispositivo para la generación de energía eléctrica cuyos constituyentes y disposición sean exactos a los de la presente invención, por lo que las reivindicaciones 1 a 13 se pueden considerar nuevas.

ACTIVIDAD INVENTIVA (ART. 8.1 LP11/1986)

En el estado de la técnica son perfectamente conocidos los dispositivos para la generación de energía eléctrica como el que es objeto de la presente invención, lo cual se demuestra en los documentos citados en este informe. Todos ellos presentan los mismos componentes, en una u otra disposición, y el procedimiento para la generación de energía eléctrica es el mismo. Así pues, el objeto de la presente invención no es más que una mera alternativa a las múltiples existentes, por lo que las reivindicaciones 1 a 13 carecen de actividad inventiva.