



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 261 048**

⑫ Número de solicitud: 200402938

⑬ Int. Cl.:

C02F 3/28 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

C02F 11/04 (2006.01)

C02F 103/06 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

⑮ Fecha de presentación: **10.12.2004**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **01.11.2006**

Fecha de la concesión: **26.04.2007**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **16.06.2007**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

⑲ Titular/es: **Carlos Romero Batallan**
Casas Blancas, bloque 4
28220 Majadahonda, Madrid, ES

⑳ Inventor/es: **Romero Batallan, Carlos**

㉑ Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

㉒ Título: **Método y reactor para tratamiento fermentativo de lixiviados procedentes de vertederos y plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos y utilización del líquido resultante como abono para plantas.**

㉓ Resumen:

Método y reactor para tratamiento fermentativo de lixiviados procedentes de vertederos y plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos y utilización del líquido resultante como abono para plantas.

Un volumen (V) de líquido homogéneo procedente de lixiviados de residuos sólidos urbanos con una DQO de al menos 2.000 mg de O₂ por litro se somete a fermentación con microorganismos, para reducir su DQO en una tasa del 50% de la inicial. En una variante, para el tratamiento de fermentación se emplean bacterias metanogénicas, que se eligen de entre un grupo que comprende *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Metanospirillum* y *Methanosarcina* o una mezcla de ellas de modo que como producto intermedio es posible la obtención de gas metano (CH₄) a partir de la fermentación de los mencionados lixiviados. Un reactor (21) permite llevar a cabo el método de la invención a escala industrial. Otro objeto de la invención es la utilización como fertilizantes líquidos de los lixiviados fermentados.

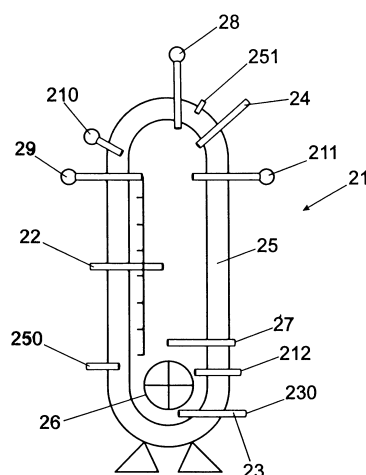


FIG.2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Método y reactor para tratamiento fermentativo de lixiviados procedentes de vertederos y plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos y utilización del líquido resultante como abono para plantas.

Ámbito técnico

La invención encuentra aplicación en la industria de conservación medio ambiental y más particularmente de eliminación y aprovechamiento de líquidos contaminantes procedentes de residuos sólidos urbanos.

Resulta conocida de todos los expertos en técnicas medio ambientales, la existencia de los llamados lixiviados, líquidos contaminantes producidos por la percolación del agua de lluvia a través de los residuos sólidos urbanos depositados en vertederos o bien procedentes del prensado de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos.

Estos líquidos son altamente contaminantes de las aguas superficiales y/o subterráneas y acuíferos de las zonas en que se ubican dichos vertederos. Como consecuencia de ello, estos lixiviados deben ser recuperados, almacenados y posteriormente eliminados, de modo que además se plantea, como problema, realizar un almacenamiento seguro de estos residuos líquidos contaminantes para su posterior eliminación.

Experimentalmente, se ha comprobado que estos llamados lixiviados presentan un alto contenido de materia orgánica, medida como demanda química de oxígeno (DQO), muy elevada, superior a los 2.000 mg de O₂/litro. Además, estos lixiviados tienen contenidos poco significativos de los denominados metales pesados contaminantes que tan solo están en proporciones de partes por millón o incluso de partes por billón.

Técnica anterior

En la literatura técnica se conocen numerosos procedimientos para el aprovechamiento, como abono agrícola de los residuos orgánicos sólidos, que tan solo se ocupan del tratamiento de la fracción sólida de los residuos.

También se conoce, el aprovechamiento de la fracción sólida de este tipo de residuos para la producción de biogás, esencialmente gas metano. Por ejemplo, a través de los documentos US-A-4026355, US-A-4469176 y ES-2023591, se revelan métodos para producción de gas metano a partir de residuos sólidos urbanos depositados en vertederos.

Es también conocido, por ejemplo, a través de los documentos ES-A-8600942 y WO-99/37587, el tratamiento de lixiviados, procedentes del procesamiento de residuos sólidos urbanos que tan solo se ocupan del problema de confinación, purificación y neutralización de estos líquidos contaminantes.

De lo que resulta conocido del solicitante no existen antecedentes técnicos que se ocupen del aprovechamiento integral de estos residuos líquidos, en adelante lixiviados generados en el tratamiento de residuos sólidos urbanos.

Objeto de la invención

La invención tiene por objeto un método y el correspondiente reactor para tratamiento de lixiviados procedentes de residuos sólidos urbanos mediante técnicas de fermentación con microorganismos tales como, por ejemplo, bacterias y levaduras.

En una variante, para el tratamiento de fermentación se emplearan bacterias metanogénicas, de modo que como producto intermedio es posible la obtención de gas metano (CH₄) a partir de la fermentación de los mencionados lixiviados.

Otro objeto de la invención es la utilización como fertilizantes líquidos de los lixiviados una vez que ha sido reducido en una tasa predeterminada su contenido orgánico o dicho de otra forma cuando su DQO alcanza un valor predeterminado, por ejemplo del 50% o menor del valor inicial en el lixiviado. Aún cuando los lixiviados presentan contenidos poco significativos de metales pesados, del orden de pocas partes por millón e incluso por billón, el lixiviado ya fermentado, sí resulta preciso a partir de su análisis respecto de estos contaminantes, puede ser sometido a una etapa de eliminación de los mismos antes del mencionado empleo como fertilizante líquido para plantas.

El método de tratamiento se caracteriza, de acuerdo con la reivindicación 1, por cuanto comprende etapas de:

- a) Proporcionar un volumen (V) de líquido homogéneo con un contenido inicial en materia orgánica con valor DQO de al menos 2000 mg de O₂/litro, obtenido a partir de un lixiviado o de una mezcla de lixiviados procedentes de vertederos y/o plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos;
- b) Preparación de un "pie de cuba" mezclando al menos una quinta parte del antedicho volumen (V) de lixiviado a tratar con microorganismos de fermentación;
- c) Adición gradual a dicho "pie de cuba" de los cuatro quintos restantes del volumen (V);

- d) Fermentación de la mezcla de la etapa inmediatamente precedente;
- e) Control de temperatura y presión de fermentación para asegurar un máximo de la actividad fermentativa de los microorganismos de fermentación utilizados;
- f) Homogeneización bajo agitación mecánica de la masa en fermentación; y
- g) Control de la tasa DQO de la masa en fermentación hasta alcanzar al menos un valor DQO del 50% del inicial.

Conforme a una característica adicional de la invención, está prevista una etapa adicional de:

- h) extracción del biogás resultante de la fermentación del lixiviado.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, los microorganismos de fermentación se eligen entre un grupo que consta de *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Metanospirillum* y *Methanosarcina* o una mezcla de ellos, para privilegiar producción de gas metano (CH₄) durante la fermentación.

Aún conforme a característica de la invención el líquido resultante tras las etapas a) hasta g), o bien de las etapas a) hasta h) será utilizado como abono líquido para plantas, que puede exigir tal y como se mencionó con anterioridad, un tratamiento físico/químico para hasta alcanzar porcentajes en metales pesados permitidos por la normativa medioambiental y que sean tolerados y/o por los vegetales que deben nutrirse.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención resultarán más claramente de la siguiente descripción que ha sido realizada con la ayuda de los dibujos anexos relativos a ejemplos de ejecución no limitativos y en los que

La figura 1 muestra una instalación de laboratorio para ilustrar el método según la invención.

La figura 2, muestra de manera esquemática un reactor para realización a nivel industrial del método conforme a la invención.

Descripción detallada de un modo de realización

Como se muestra por la figura 1 una instalación, indicada en general con la referencia numérica 1, para llevar a cabo a nivel de laboratorio el método según la invención, comprende un matraz de reacción 11 sumergido en un baño refrigerante de aceite 12 contenido en un recipiente 13 que tiene un primer termómetro 14 para control de la temperatura del baño de aceite.

El matraz de reacción tiene un dosificador 15 a través del que se introduce un volumen L de lixiviado. Una cámara 16 sirve para realizar una siembra de bacterias metanogénicas, por ejemplo *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Metanospirillum* y *Methanosarcina*, utilizando una salida 160 que penetra en el volumen L de lixiviado. Un segundo termómetro 17 está introducido en el matraz 11 para controlar la temperatura de la fermentación del lixiviado tras la siembra de las bacterias.

Además, el matraz está comunicado a través de una toma 18 de un cromatógrafo de gases 19 a cuya salida está previsto un control isocinético 110 de la producción de biogás a fin de medir la composición y caudal del gas de salida 111 producido por la fermentación del lixiviado mediante las bacterias metanogénicas.

Esta instalación 1, sirve para realizar un ajuste de la temperatura del reactor a nivel industrial, así como para determinar por aproximación el caudal de gas producido.

Para llevar una explotación industrial del método conforme a la invención, tal y como se representa a través de la figura 2, se proporciona un reactor 21 con:

- una tubería de entrada 22 para introducción del lixiviado a tratar;
- una tubería de salida 23 del producto fermentado, con una tasa de DQO a lo sumo del 50% del contenido inicial y que consta de un equipo 230 para medida del caudal;
- una tubería de salida 24 de los gases producidos por la fermentación;
- una cámara de refrigeración 25 formada por una doble pared del reactor, para regular la temperatura del líquido durante la fermentación con una entrada 250 y una salida 251 para los medios refrigerantes;
- una "boca de hombre" 26, para limpieza del interior del reactor;

ES 2 261 048 B2

- un dispositivo 27 para incorporación del “pie de cuba” a base de microorganismos;
- al menos, una válvula de seguridad 28 para control de la presión en el interior del reactor;
- 5 - termómetros 29, 210, para respectivo control de la temperatura interior del reactor y la temperatura del refrigerante en la cámara de doble pared;
- un manómetro 211 para control de la presión producida dentro del reactor; y
- 10 - una entrada 212 para introducir gases y/o aditivos a la masa en fermentación.

El procedimiento conforme a la invención se lleva a cabo en este reactor conforme a lo siguiente: se prepara el pie de cuba, es decir la siembra de bacterias metanogénicas y se introduce en el interior del reactor 21, incorporándose el lixiviado homogeneizado a fermentar rellenando dos tercios del volumen de dicho reactor 21.

A continuación se procederá a comprobar el caudal de producción de gases y en especial de CH₄ que se extrae y envasa para su posterior aprovechamiento.

La fermentación puede ser controlada y alterada mediante variación de los siguientes parámetros y/o características: temperatura y presión en el interior del reactor, volumen del líquido a tratar y utilización de diferentes bacterias metanogénicas.

El proceso de fermentación se mantiene hasta que la tasa DQO del líquido fermentado sea al menos el 50% del inicial, extrayéndose entonces el líquido tratado para su utilización como abono líquido para plantas, previo análisis de su contenido en contaminantes tales como metales pesados, hasta alcanzar las proporciones exigidas por las normas de las Leyes Medioambientales.

Suficientemente que se ha descrito el objeto de la invención solamente resta señalar que las realizaciones derivadas de cambios no esenciales, así como las resultantes de una aplicación de rutina de lo anteriormente revelado, deberán considerarse incluidas en su ámbito de manera que la invención tan solo estará limitada por el alcance de las siguientes reivindicaciones.

Lista de referencias numéricas utilizadas

- Instalación laboratorio (1).
- Matraz de reacción (11).
- Baño aceite refrigerante (12).
- Recipiente baño aceite (13).
- Termómetro para refrigerante (14).
- Dosificador lixiviado (15).
- Cámara siembra microorganismos fermentación (16).
- Salida cámara 16.
- Termómetro para lixiviado (17).
- Toma de gas (18).
- Cromatógrafo de gases (19).
- Control isocinético biogás (110).
- Caudal de biogás (111).
- Reactor industrial (21).
- Tubería de entrada lixiviado (22).
- Tubería salida del lixiviado fermentado (23).
- Equipo medida caudal lixiviado (230).

ES 2 261 048 B2

- Tubería de salida de los gases de fermentación (24)
- Cámara de refrigeración de doble pared (25)
- 5 - Tubería entrada refrigerantes cámara refrigeración (250)
- Tubería salida refrigerantes cámara refrigeración (251)
- Boca de hombre (26)
- 10 - Tubería incorporación microorganismos 27
- Válvula seguridad control presión interior reactor (28)
- 15 - Termómetro temperatura interior (29)
- Termómetro temperatura cámara refrigerante (210)
- Manómetro presión interior reactor (211)
- 20 - Tubería entrada gases y/o aditivos al interior reactor (212).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Método para tratamiento fermentativo de lixiviados procedentes de vertederos y plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos, **caracterizado** porque comprende etapas de:

- 10 a) Proporcionar un volumen (V) de líquido homogéneo con un contenido inicial en materia orgánica con valor DQO de al menos 2000 mg de O₂/litro, obtenido a partir de un lixiviado o de una mezcla de lixiviados procedentes de vertederos y/o plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos;
- 15 b) Preparación de un “pie de cuba” mezclando con microorganismos de fermentación al menos una quinta parte del antedicho volumen (V) de lixiviado a tratar;
- c) Adición gradual a dicho “pie de cuba” de los cuatro quintos restantes del citado volumen (V);
- 20 d) Fermentación de la mezcla de la etapa inmediatamente precedente;
- e) Control de temperatura y presión de fermentación para controlar la actividad fermentativa de los microorganismos de fermentación utilizados;
- 25 f) Homogeneización bajo agitación mecánica de la masa en fermentación; y
- g) Control de la tasa DQO de la masa en fermentación hasta alcanzar al menos un valor DQO del 50% del inicial.

2. Método para tratamiento de lixiviados procedentes de vertederos y plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque está prevista una etapa adicional de:

- 30 h) extracción del biogás resultante de la fermentación del lixiviado.

3. Método para tratamiento de lixiviados procedentes de vertederos y plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque los microorganismos de fermentación se eligen entre un grupo que consta de *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Metanospirillum* y *Methanosarcina* o una mezcla de ellos, para privilegiar producción de gas metano (CH₄) durante la fermentación.

35 4. Reactor para llevar a cabo el método conforme a las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** por cuanto dicho reactor (21) comprende:

- 40 - una tubería de entrada (22) para introducción del lixiviado a tratar;
- una tubería de salida (23) del producto fermentado que consta de un equipo (230) para medida del caudal;
- una tubería de salida (24) de los gases producidos por la fermentación;
- 45 - una cámara de refrigeración (25) formada por una doble pared del reactor, para regular la temperatura del líquido durante la fermentación con una entrada (250) y una salida (251) para los medios refrigerantes;
- una “boca de hombre” (26), para limpieza del interior del reactor;
- 50 - un dispositivo (27) para incorporación del “pie de cuba” a base de bacterias y/o microorganismos;
- al menos, una válvula de seguridad (28) para control de la presión en el interior del reactor;
- 55 - termómetros (29, 210) para respectivo control de la temperatura interior del reactor y la temperatura del refrigerante en la cámara de doble pared;
- un manómetro (211) para control de la presión producida dentro del reactor; y
- una entrada para introducción de gases y/o aditivos a la masa en fermentación.

60 5. Utilización del líquido resultante del método conforme a las reivindicaciones 1 a 3 como abono líquido para plantas.

65 6. Utilización del líquido conforme a la reivindicación 5, en forma diluida o con depuración para alcanzar un contenido en metales pesados predeterminado.

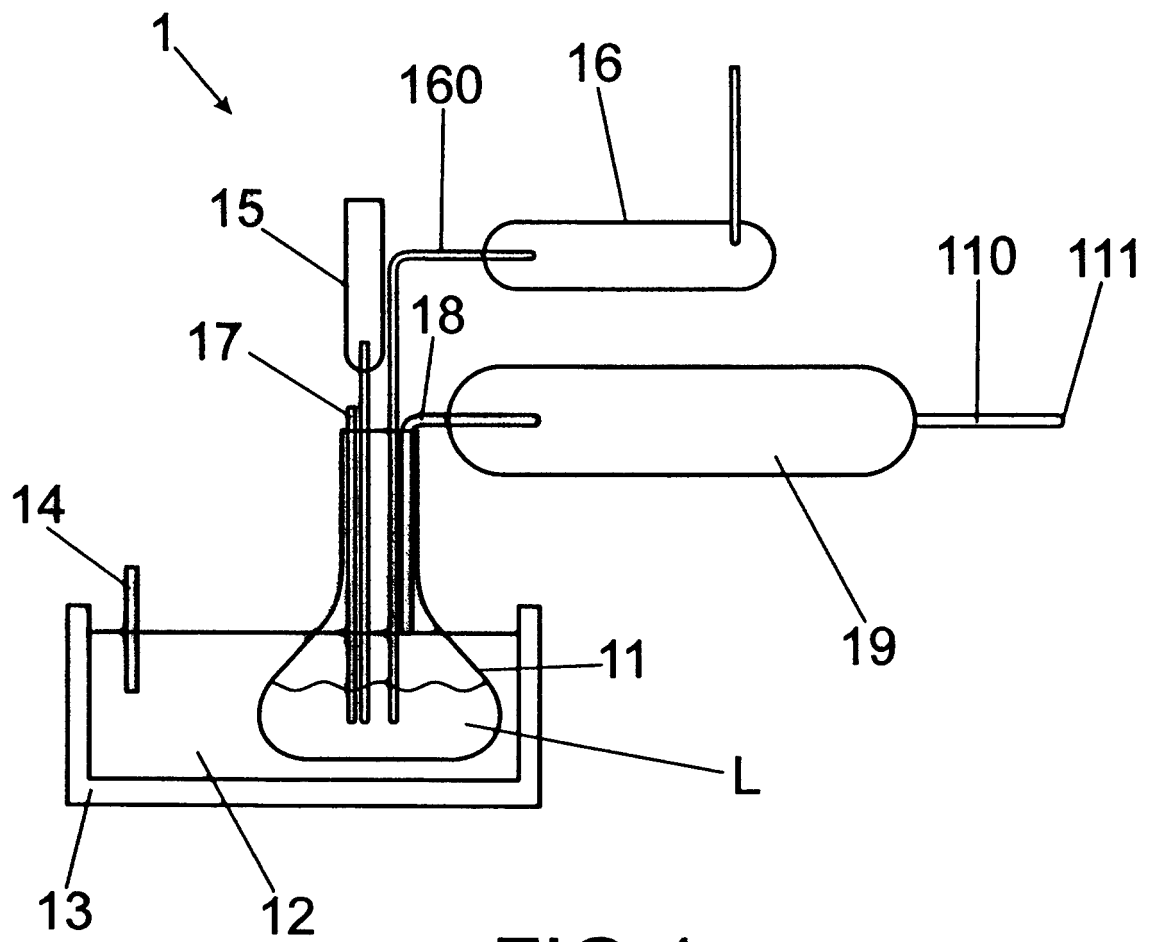


FIG.1

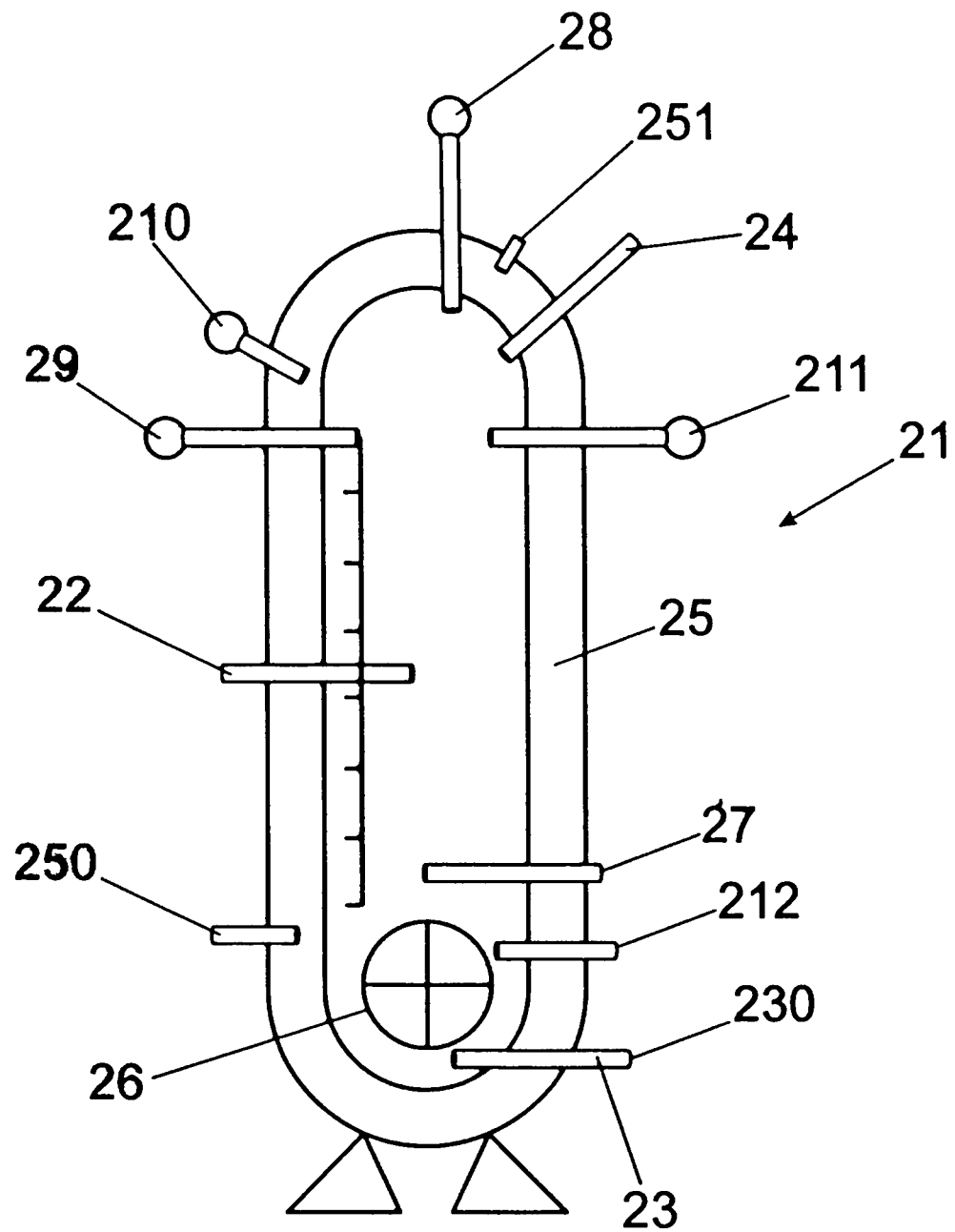


FIG.2



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 261 048

⑫ Nº de solicitud: 200402938

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 10.12.2004

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	GB 2141732 A (SUMMERLEAZE GRAVEL CO LTD THE) 03.01.1985, página 1, líneas 65-91.	1-6
A	JP 5228459 A (KURITA WATER IND LTD) 07.09.1993, (resumen) [en línea] [recuperado el 10.10.2006]. Recuperado de: EPO PAJ Database.	1-6
A	WO 9518072 A1 (INST GAS TECHNOLOGY) 06.07.1995, página 6, líneas 14-26.	1-6
A	US 4919815 A (COPA et al.) 24.04.1990, columna 2, líneas 51-63; columna 4, líneas 24-57; columna 4, línea 63 - columna 5, línea 2.	1-6

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

10.10.2006

Examinador

J. A. Peces Aguado

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

C02F 3/28 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

C02F 11/04 (2006.01)

C02F 103/06 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)