



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 371 621**

⑫ Número de solicitud: 200931134

⑮ Int. Cl.:
B01D 53/88 (2006.01)
B01J 19/12 (2006.01)
B01J 35/00 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **09.12.2009**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2012**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
05.01.2012

⑰ Solicitante/s: **Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
(CIEMAT)**
Avda. Complutenses, 22
28040 Madrid, ES

⑱ Inventor/es: **Sánchez Cabrero, Benigno;**
Portela Rodríguez, Raquel;
Suárez Gil, Silvia y
Coronado Carneiro, Juan

⑳ Agente: **Carpintero López, Mario**

㉔ Título: **Fotorreactor tubular para fotocatalizadores soportados.**

㉕ Resumen:

Fotorreactor tubular para fotocatalizadores soportados.
Fotorreactor que comprende un cilindro externo, unidades de fotocatalizador situadas en el interior y al menos dos estructuras de sujeción con forma de polígono estrellado, de manera que los vértices exteriores del polígono están en contacto con la cara interna del cilindro externo y las unidades de catalizador están sujetas a dos aristas de dos estructuras contiguas.

Esta nueva estructura permite el uso de unidades de fotocatalizador de forma sencilla dispuestas en módulos versátiles en la forma, longitud de los mismos, posición y fáciles de ensamblar, irradiar y sustituir.

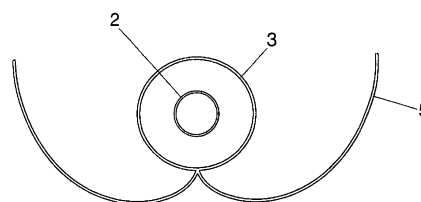


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Fotorreactor tubular para fotocatalizadores soportados.

Campo de la invención

La presente invención se aplica a reactores fotocatalíticos. Más concretamente, se refiere a un fotorreactor de tipo tubular para catalizadores soportados.

Antecedentes de la invención

La fotocatálisis heterogénea es un proceso catalítico activado fotónicamente. Se fundamenta en irradiar un semiconductor con la longitud de onda adecuada para que se generen pares electrón-hueco; antes de que se produzca su recombinación, se propician reacciones de oxidación-reducción con especies adsorbidas superficiales. Sus aplicaciones son muy amplias y se han descrito procesos basados en esta tecnología para la producción de hidrógeno, la síntesis de compuestos orgánicos de alto valor añadido, la eliminación de moléculas tóxicas o la desinfección. Debido a su capacidad para la oxidación total de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos resulta útil para reducir la contaminación de fluidos como el aire o el agua. Los procesos fotocatalíticos, especialmente en el caso del tratamiento de aire, requieren la deposición del catalizador (generalmente dióxido de titanio, TiO_2) sobre sustratos, con el fin de evitar la fluidización del material en polvo y limitar los problemas derivados del arrastre del fotocatalizador por la corriente de aire.

Existen multitud de reactores fotocatalíticos y soportes para fotocatalizadores, pero ninguna configuración es óptima. Los reactores tubulares permiten operar con un régimen de flujo adecuado y son los fotorreactores que han demostrado mayor rendimiento cuántico. Este tipo de reactor consiste en un cilindro que puede contener una fuente de radiación en su eje y de esta manera prácticamente toda la radiación emitida incide en el medio de reacción. El fluido se hace circular en el espacio entre la fuente de radiación y las paredes del cilindro. Alternativamente, si el cilindro es transparente, se puede emplear el sol como fuente de radiación externa e incluso favorecer su aprovechamiento mediante un captador. Los reactores híbridos permiten utilizar ambos tipos de radiación, solar y/o artificial, gracias a que poseen una fuente de radiación interna y pueden aprovechar la radiación del sol.

En los reactores fotocatalíticos, incluidos los de tipo tubular, la selección del soporte para el catalizador no es una tarea trivial: ha de conjugar propiedades superficiales y ópticas adecuadas con una elevada resistencia química y física a un coste razonable. Se han usado como sustrato materiales como el vidrio -en forma de esferas o anillos (A. Sirisuk, C.G. Hill Jr. and M.A. Anderson, Catal. Today, 54 (1999) 159), o se ha depositado el catalizador directamente sobre la superficie del tubo por donde circula el fluido (G.E. Imoberdorf, H.A. Irazoqui, O.M. Alfano and A.E. Cassano, Chem. Eng. Sci., 62 (2007) 793.-), diferentes materiales cerámicos (B. Sánchez, A.I. Cardona, M. Romero, P. Avila and A. Bahamonde, Catal. Today, 54 (1999) 369.), polímeros (B. Sánchez, J.M. Coronado, R. Candal, R. Portela, I. Tejedor, M.A. Anderson, D. Tompkins and T. Lee, Appl. Catal. B, 66 (2006) 295.) y algunos metales. Los fotocatalizadores soportados pueden tener forma de malla, ser reticulares, etc. Las ventajas de trabajar con el catalizador

inmovilizado en lugar de en suspensión son muchas, entre otras: se evita la necesidad de establecer una etapa de separación después del tratamiento y se facilita su recuperación permitiendo la reutilización. Existen sin embargo algunas desventajas:

- La disminución de superficie de TiO_2 activada por unidad de masa, en comparación con el catalizador en suspensión.

- La reducida relación entre la masa de catalizador y el volumen de fluido a tratar limita significativamente la capacidad de tratamiento.

- Las limitaciones en la transferencia de materia a bajos caudales del fluido, que afectan al rendimiento. No se aprovecha toda la potencia de iluminación, y la velocidad de reacción no aumenta al hacerlo el flujo de fotones.

- La dificultad para conseguir una irradiación eficiente de toda la superficie del fotocatalizador, sin proyección de sombras.

En la bibliografía se pueden encontrar numerosas descripciones de fotorreactores basados en tubos donde se sitúa una lámpara en el interior como fuente de radiación (CN2714147Y, KR20010082470). Además existen modelos que describen procesos relacionados con el aprovechamiento de la radiación solar para el tratamiento de fluidos, especialmente en aguas. El fotorreactor solar descrito en la invención CN1699200 comprende un panel solar parabólico, con catalizador de película fija con una barra de soporte.

En la mayor parte de los sistemas el fotocatalizador se deposita directamente en la parte interior del tubo que comprende el fotorreactor, como en la patente KR20010082470, aunque existen varias invenciones donde el fotocatalizador se soporta en diferentes estructuras. La patente US5069885A incluye un sustrato no transparente enrollado longitudinalmente y helicoidalmente que contiene el material fotoactivo situado en el interior de un reactor anular. La patente CA2147786A1 trata del tratamiento fotocatalítico de fluidos mediante un fotocatalizador en suspensión o unido a un sustrato fijo. La patente JP8196898A describe un fotorreactor donde el TiO_2 se deposita sobre una superficie porosa que puede ser irradiado con luz solar o artificial.

Sin embargo, los sistemas conocidos no son versátiles ni fácilmente escalables, y las características del fotocatalizador soportado empleado están condicionadas por el diseño del sistema, lo que no permite incorporar catalizadores con formas convencionales fáciles de producir.

Objeto de la invención

La invención tiene por objeto paliar los problemas técnicos citados en el apartado anterior. Para ello, propone un fotorreactor que comprende un cilindro externo (que puede ser transparente a la radiación solar u opaco) y unidades de fotocatalizador situadas en el interior mediante al menos dos estructuras de sujeción con forma de polígono estrellado, de manera que los vértices exteriores del polígono están en contacto con la cara interna del cilindro externo, y las unidades de catalizador están sujetas a dos aristas de dos estructuras contiguas. El fotorreactor puede contener además un cilindro interno en el eje principal (que puede contener o estar constituido por una fuente de radiación artificial) sobre el que se apoyan los vértices interiores del polígono estrellado. Los polígonos son preferentemente asimétricos, comprenden entre 4 y 16 puntas, preferiblemente 8 puntas, y están hechos pre-

feriblemente de aluminio, acero inoxidable, teflón o PVC. Las unidades de catalizador pueden ser opacas o transparentes a la radiación que activa el fotocatalizador y presentar distintas formas: placas planas, placas onduladas o forma de espiral. El número de unidades

de fotocatalizador es opcionalmente igual al número de puntas del polígono estrellado, situándose una unidad por cada punta en lados alternos del polígono.

El fotorreactor, cuando el cilindro exterior es transparente, puede emplear el sol u otro tipo de fuentes artificiales de radiación como fuente de radiación externa e incorporar también un captador solar semi-circular, en forma de V o de tipo parabólico compuesto con razón de concentración cercana a 1. Alternativamente, el captador puede presentar otras formas y su razón de concentración ser mayor que uno.

El fotorreactor según la invención puede incorporar además un sistema de conmutación adaptado para activar o desactivar las fuentes de radiación artificiales, por ejemplo en el caso de reactores híbridos en que la fuente de radiación interna funciona cuando la radiación solar no es suficiente para alcanzar la eficiencia requerida.

Breve descripción de las figuras

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 la siguiente descripción de un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- es una representación esquemática de un fotorreactor anular con un captador parabólico compuesto.

Figura 2.- es una vista transversal de varios ejemplos de las estructuras de sujeción con forma de polígonos estrellados.

Figura 3.- es una vista de un módulo, formado por dos estructuras de sujeción y las unidades de fotocatalizador.

Figura 4.- es una vista longitudinal del fotorreactor híbrido con captador y el conjunto de los módulos formados por las estructuras de sujeción y las unidades de fotocatalizador.

Figura 5.- es una gráfica mostrando la conversión de H_2S obtenida con un fotorreactor según la invención.

Descripción detallada de la invención

La invención propone un fotorreactor de tipo tubular, preferentemente de tipo híbrido, conformado preferentemente en material transparente a la radiación y asociado con un captador solar de tipo parabólico compuesto u otros que reflejen la radiación externa sobre el perímetro del reactor, y con una fuente de radiación en su eje central con forma de cilindro o contenida en un cilindro transparente (fluorescente, LED o cualquier otra fuente de radiación artificial) cuyo encendido se controla mediante un sistema automático. En la figura 1 puede verse un ejemplo de fotorreactor (3) con captador de radiación solar (5) y una fuente de radiación artificial (2). Alternativamente, en lugar de ser híbrido, el fotorreactor puede tener como fuente de radiación externa una fuente artificial o bien, especialmente en el caso de que las unidades de fotocatalizador sean transparentes, comprender un cilindro exterior opaco y carecer de captador, si la fuente en el eje se considera suficiente, o incluso carecer de fuente de radiación artificial si la radiación solar se considera suficiente.

En el interior del fotorreactor se sitúan las unidades de fotocatalizador, constituidas por el catalizador puro o bien incorporado a un sustrato transparente u opaco y que tienen una estructura sólida que puede tener formas diversas, por ejemplo de placa o espiral. La invención propone distribuir las unidades de fotocatalizador en el reactor mediante estructuras de sujeción con forma de polígonos estrellados. Los polígonos (4) pueden presentar formas diversas, como se ve representado en la figura 2, donde también pueden verse las unidades de fotocatalizador (1). En la figura 3 se pueden observar las estructuras de sujeción (4), las unidades de catalizador (1) y las fijaciones (6). El ángulo y número de puntas óptimo depende de la forma y dimensiones relativas del fotorreactor y las unidades de fotocatalizador, así como de si el fotocatalizador es opaco o no a la radiación. Los ejemplos no simétricos son más apropiados para disminuir la formación de sombras, haciendo incidir el máximo de radiación posible en el fotocatalizador.

El fotorreactor de la invención permite la utilización de una amplia variedad de tipos de fotocatalizador fijados mediante los polígonos estrellados, que forman unidades o módulos que a su vez se pueden conectar entre sí. Los módulos son versátiles en la forma, longitud de los mismos, distribución de los soportes y se pueden rotar fácilmente sobre su eje central para mejorar los procesos de transferencia de materia. La cantidad de módulos varía en función de las características de los gases a tratar, concentración de contaminantes o caudal de fluidos de forma que se puedan cumplir los requerimientos legislativos deseados.

Gracias a la invención, se pueden distribuir las unidades de fotocatalizador, en particular en forma de placa plana (constituida por el catalizador conformado o aplicado a una superficie), en el interior de un reactor tubular formando una estructura de canales abiertos modular, que permite maximizar la interacción entre el fluido y el catalizador facilitando una irradiación homogénea, tanto externa como interna, con formación de sombras limitada. Este diseño permite además introducir en el fotorreactor catalizadores de otros tipos, como aquellos en forma de placas onduladas o espiral.

Esta característica, junto con un sistema de control automático de la radiación, maximiza el uso de la radiación solar como fuente de energía renovable del proceso y permite la operación en continuo y a la irradiancia deseada. El sistema de control automático consiste en un sistema de conmutación adaptado para activar o desactivar las fuentes de radiación artificiales internas o externas cuando sea necesario, como en el caso de que la radiación exterior no sea suficiente para alcanzar la eficiencia requerida en el fotorreactor híbrido, por ejemplo en días con cielo cubierto o por la noche. El encendido de la lámpara se puede regular en función de la radiación solar exterior o en función de la conversión alcanzada.

Asimismo, la estructura abierta formada por las unidades de catalizador ancladas a las sujeciones en forma de estrella y la desalineación de dichas estructuras entre sí favorecen el paso del fluido sin elevada pérdida de carga, pero facilitando los procesos de difusión y, por tanto, incrementando la eficiencia del proceso catalítico. Esta estructura puede verse en la figura 4.

Por otro lado, la razón de concentración del captador solar empleado es, preferentemente, cercana a uno, como por ejemplo en un captador parabólico compuesto diseñado a tal efecto o un captador en V o semicircular, lo que evita temperaturas elevadas perjudiciales para la fotocatálisis heterogénea. Alternativamente, se puede emplear un captador de razón de concentración elevada, como un captador cilindro-parabólico o un parabólico compuesto diseñado con ese objetivo, en cuyo caso se podría aplicar la invención a procesos de catálisis térmica convencional donde el sol sería la fuente renovable de energía. Finalmente, el diseño versátil y modular permite escalar y adaptar el sistema a las características del proceso, considerando que el número, longitud y ángulo de inclinación de los lados del polígono estrellado, así como su disposición relativa en el reactor pueden seleccionarse según lo que convenga a las condiciones específicas de operación (dimensiones del fotocatalizador, reactor y fuente de radiación, caudal a tratar, transparencia, etc.).

Ejemplo de realización de la invención

En la figura 5 se puede ver una gráfica con los resultados experimentales de eliminación fotocatalítica de H_2S en aire húmedo obtenidos con el fotorreactor tubular de la invención. Se empleó un captador solar parabólico compuesto y 10 módulos fotocatalíticos, compuestos cada uno por 2 polígonos estrellados de 8 puntas asimétricas y 8 unidades de catalizador. Como catalizador se emplearon placas planas de vidrio recubiertas por ambas caras mediante dip-coating con 3 capas de TiO_2 preparado por sol-gel. Se trató una corriente de aire de $850 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, con una humedad relativa del 30% a 30°C y contaminada con 35 ppmv de H_2S . En la figura se muestra la conversión del 100% obtenida durante 10 días consecutivos de agosto 2009. Durante la noche se observa una pérdida total de eficiencia debido al empleo del sol como única fuente de radiación, efecto que puede ser compensado complementando el sistema con una fuente de radiación artificial situada en el eje.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Fotorreactor que comprende un cilindro externo (3) y unidades de fotocatalizador (1) situadas en su interior, **caracterizado** porque además comprende al menos dos estructuras de sujeción con forma de polígono estrellado (4) posicionadas de manera que sus vértices exteriores están en contacto con la cara interna del cilindro externo y las unidades de catalizador están sujetas a dos aristas de dos estructuras continuas.

2. Fotorreactor según la reivindicación 1 **caracterizado** porque las estructuras de sujeción son polígonos estrellados asimétricos.

3. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque los polígonos comprenden entre 4 y 16 puntas.

4. Fotorreactor según la reivindicación 3 **caracterizado** porque los polígonos comprenden 8 puntas.

5. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque las unidades de fotocatalizador están fijadas a las estructuras de sujeción mediante grapas, pinzas o soldadura (6).

6. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque las estructuras de sujeción son de aluminio, acero inoxidable, teflón o PVC.

7. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las unidades de fotocatalizador son opacas a la radiación que activa el fotocatalizador.

8. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones 1-6 **caracterizado** porque las unidades de fotocatalizador están compuestas por un fotocatalizador incorporado a un sustrato transparente a la radiación que activa el fotocatalizador.

9. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el número de unidades de fotocatalizador es igual al número de

puntas del polígono estrellado, situándose una unidad por cada punta en lados alternos del polígono.

10. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las unidades de catalizador son placas planas, placas onduladas o tienen forma de espiral.

11. Fotorreactor según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque el cilindro externo es transparente.

12. Fotorreactor según la reivindicación 11 **caracterizado** porque comprende un captador solar.

13. Fotorreactor según la reivindicación 12, **caracterizado** porque el captador solar es semicircular, en forma de V o de tipo parabólico compuesto con razón de concentración cercana a 1.

14. Fotorreactor según la reivindicación 12 **caracterizado** porque la razón de concentración del captador solar empleado es mayor que uno.

15. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque comprende un cilindro interno posicionado en el eje principal del reactor (2), que alberga en su interior o esta constituido por una fuente de radiación artificial, y las estructuras de sujeción están posicionadas de manera que sus vértices interiores están en contacto con el cilindro interno.

16. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque incorpora al menos una fuente de radiación artificial externa.

17. Fotorreactor según cualquiera de las reivindicaciones 15-16, **caracterizado** porque incorpora un sistema de conmutación adaptado para activar y desactivar al menos una de las fuentes de radiación artificiales.

18. Fotorreactor según la reivindicación 17, **caracterizado** porque el sistema de conmutación está adaptado para activar la fuente de radiación interna en caso de que la radiación exterior no sea suficiente para alcanzar la eficiencia requerida.

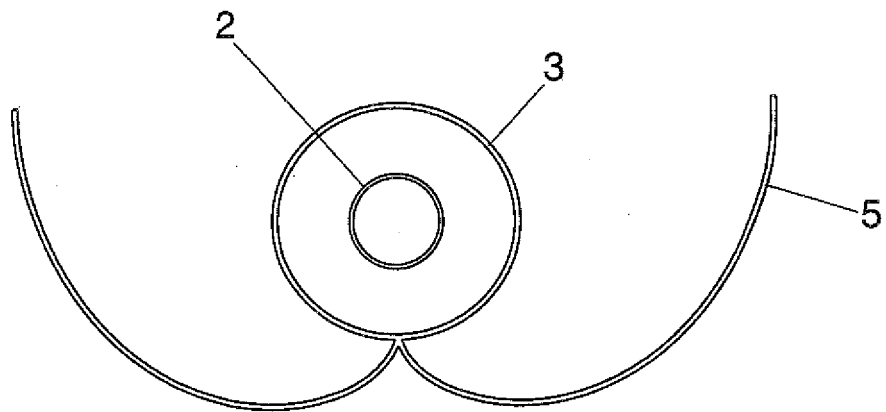


FIG. 1

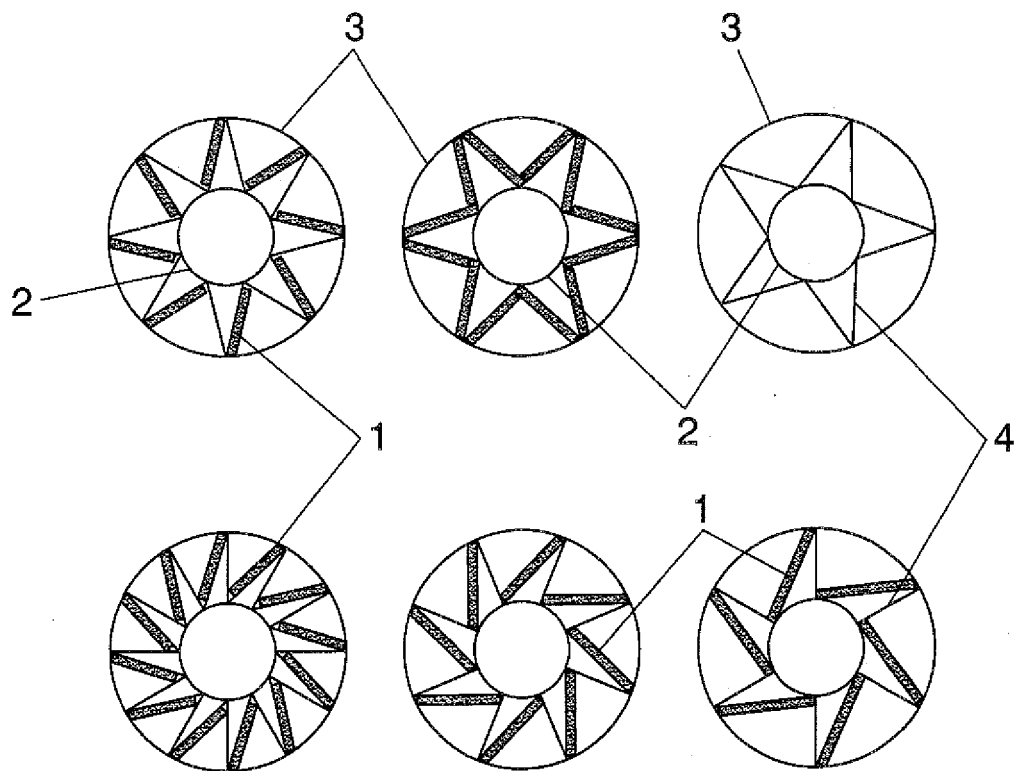


FIG. 2

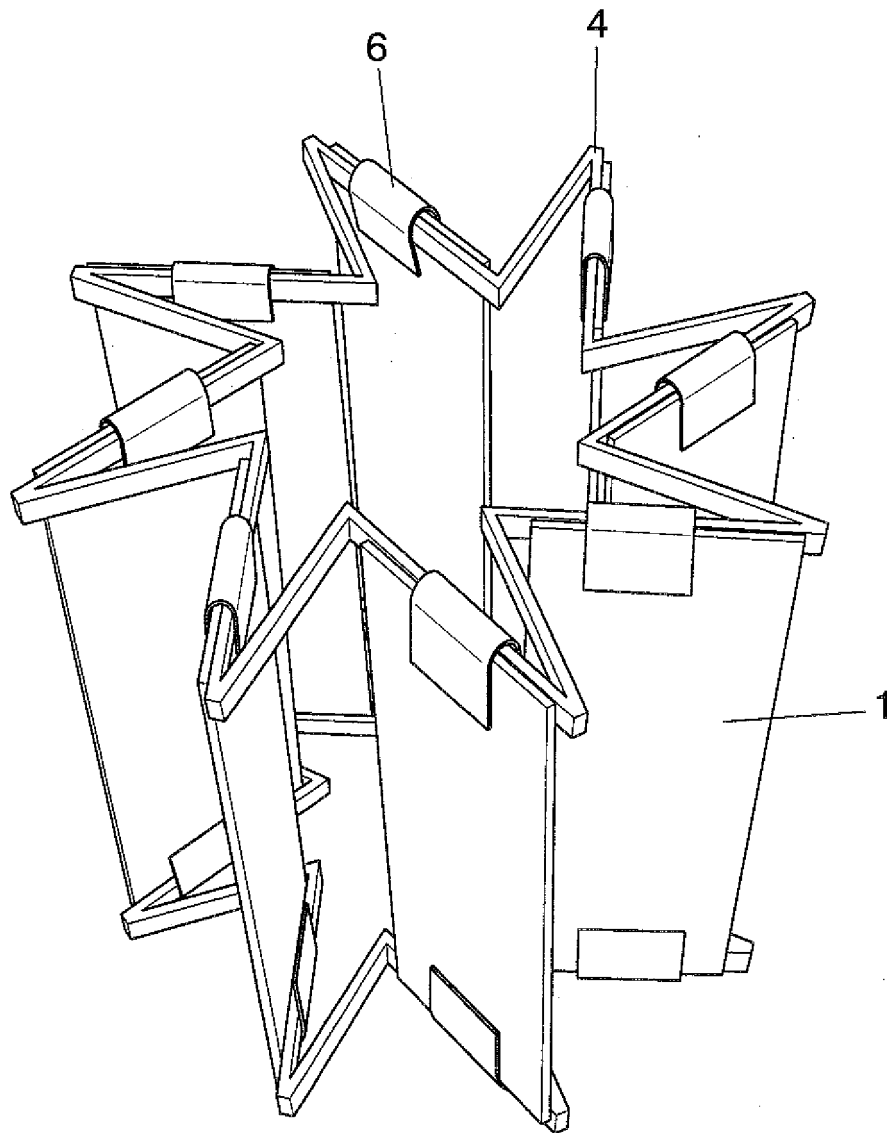


FIG. 3

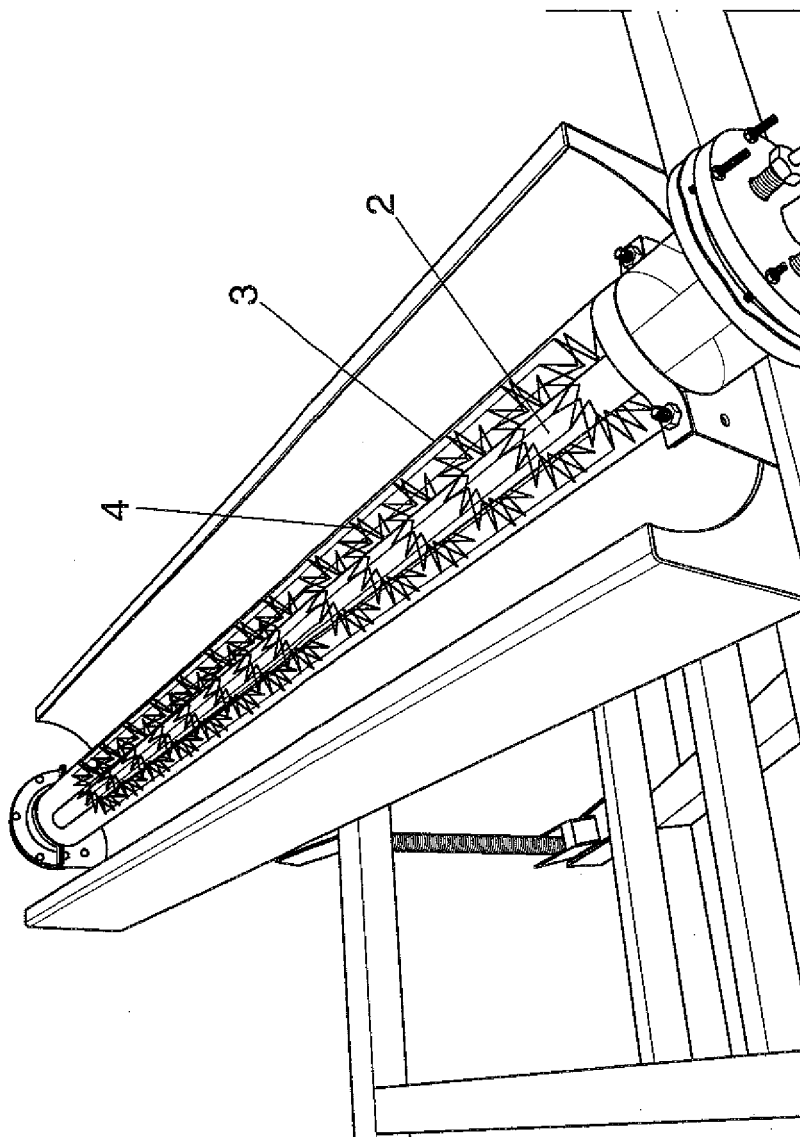


FIG. 4

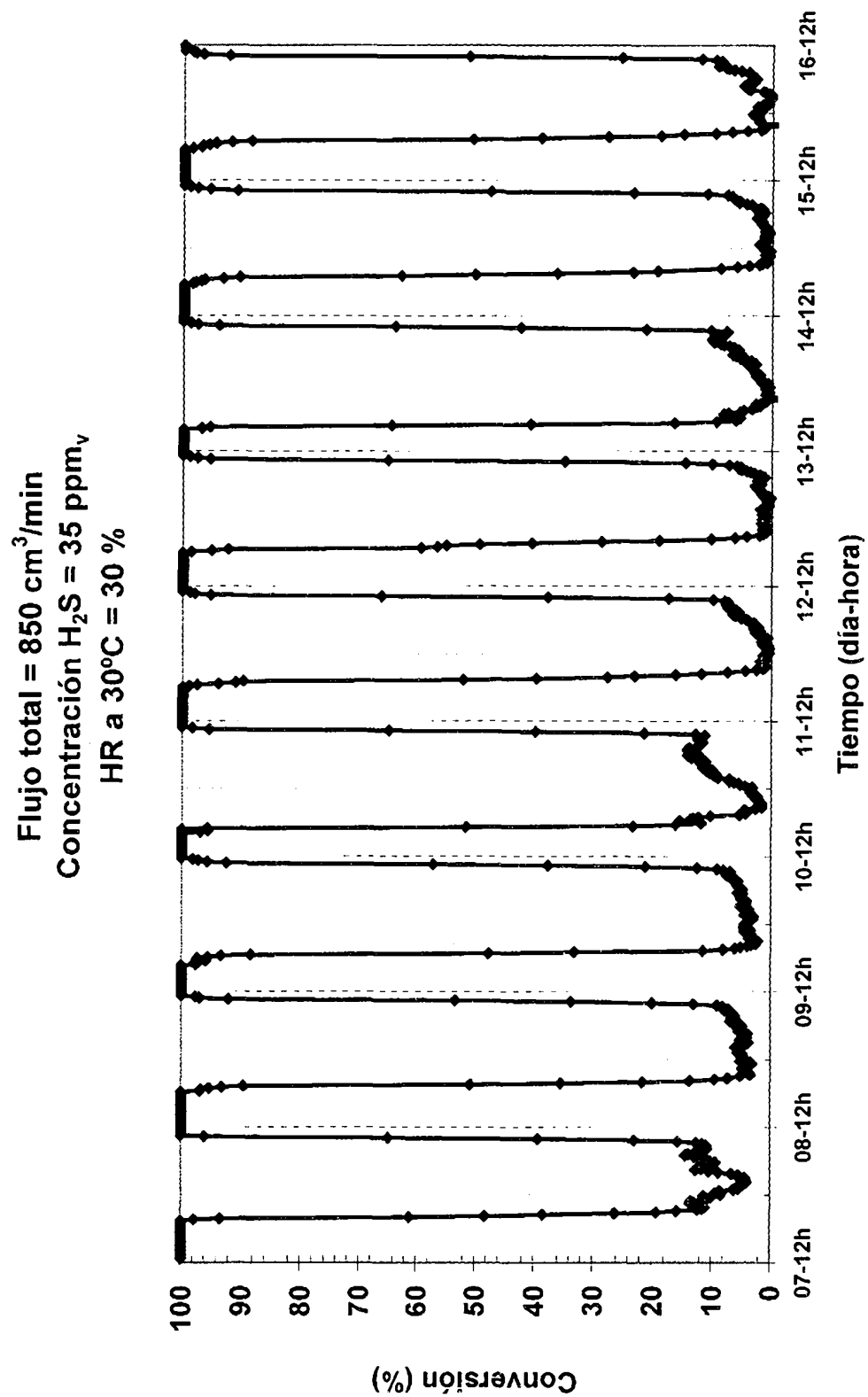


FIG. 5



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200931134

②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.12.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 6063343 A (SAY JAMES et al.) 16.05.2000, columna 3, líneas 50-53,60-61; columna 4, líneas 10-18; columna 7, líneas 32-55; columna 8, líneas 50-53; columna 9, líneas 31-40,52-53; columna 10, líneas 14-28; figuras 1-3,10-12.	1-12,16-20
Y		13-15
Y	CN 1699200 A (UNIV TONGJI) 23.11.2005, resumen.	13-15
X	WO 2007138172 A1 (BIOZONE SCIENT INTERNAT OY et al.) 06.12.2007, página 4, líneas 21-34; página 12, líneas 1-8; figuras 5-6.	1-12,16-20
Y		13-15
Y	ES 2261512 T3 (UNIV LOUVAIN) 16.11.2006, página 8, líneas 1-4,15-31,45-46; página 13, líneas 7-13,23-25; figuras 1-3.	13-15
X	EP 0993859 A1 (HITACHI METALS LTD et al.) 19.04.2000, párrafos [0001],[0044-0045],[0047-0048]; figuras 8-11.	1-12,16-20
Y		13-15
Y	EP 1792632 A1 (JET COMPANY LTD) 06.06.2007, párrafos [0001-0004],[0015-0016],[0048]; figura 1.	13-15

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
12.12.2011

Examinador
M. I. Ramos Asensio

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B01D53/88 (2006.01)**B01J19/12** (2006.01)**B01J35/00** (2006.01)

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

B01D, B01J

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: 12.12.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-20	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-20	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 6063343 A (SAY JAMES et al.)	16.05.2000
D02	CN 1699200 A (UNIV TONGJI)	23.11.2005

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

El documento D01 divulga un aparato para la purificación fotocatalítica de un fluido, que comprende, en una de sus múltiples realizaciones (ver las referencias siguientes en la fig.1), un bloque (638) compuesto por un conjunto de reactores cilíndricos, en cuyo interior se encuentran las estructuras de sujeción con forma de polígono estrellado (636), sobre las que se sitúa el catalizador. Un cilindro interno paralelo al eje longitudinal del reactor contiene la fuente de radiación artificial (640).

La invención contenida en la reivindicación 1 difiere del documento D01 en que las unidades de catalizador están sujetas a dos aristas de dos estructuras contiguas. No hay evidencia en la solicitud de que la restricción en la colocación de catalizador sobre alguno de los lados del polígono, en vez de en todos (como en D01), suponga un efecto técnico inesperado, ni tampoco se aprecia una ventaja técnica particular en que las estructuras de sujeción tengan forma de polígono estrellado, por lo que la reivindicación 1 carece de actividad inventiva.

Según se comenta en la descripción, los polígonos estrellados no simétricos son más apropiados para minimizar la formación de sombras y por lo tanto, para que incida la máxima radiación en el fotocatalizador. El mismo efecto se consigue con la configuración plana y uniforme de los pliegues que conforman las estructuras de sujeción del documento D01 (col.9, lín.31-41).

Las reivindicaciones 2-12 y 16-17 se refieren a detalles constructivos, y en su mayoría, a la selección evidente entre una serie de posibilidades conocidas en el estado de la técnica, que no requiere actividad inventiva, como la elección entre un nº de configuraciones de estructuras (nº de puntas de las estrellas) y clase de material con que están fabricadas, y entre tipos de fijación y formas de los catalizadores.

Las reivindicaciones 13-15, relativas a una fuente de radiación solar, se conocen del fotorreactor revelado en el documento D02 (resumen). Resulta evidente que el efecto técnico que se consigue con una fuente adicional de radiación natural, aparte de su bajo coste, es un mayor rendimiento en la depuración de los fluidos, por lo que sería obvio para el experto en la materia aplicar estas características al fotorreactor del documento D01 y obtener así la invención definida en las reivindicaciones 13-15. La reivindicación 15 se refiere a un parámetro cubierto por el estado de la técnica, al que se podría llegar por tanteos de rutina.

Las reivindicaciones 18-19 son obvias y carecen de características técnicas que contribuyan a definir el objeto de la invención.

Por último, la reivindicación independiente 20 menciona el uso del fotorreactor para la eliminación de H₂S. De la propia descripción, y corroborado por el estado de la técnica anterior, es conocido que los reactores fotocatalíticos resultan útiles para reducir la contaminación de fluidos, tanto aire como agua. Luego es obvio que el reactor de la invención sea perfectamente adecuado para eliminar del aire una sustancia particular, como el sulfuro de hidrógeno.

Por todos los razonamientos anteriores, las reivindicaciones 1-20 no implican actividad inventiva de acuerdo al Artículo 8.1 de la Ley de Patentes 11/86.