



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 967 558**

(21) Número de solicitud: 202230852

(51) Int. Cl.:

**B01D 53/14** (2006.01)  
**B01D 53/32** (2006.01)

(12)

## PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN

B2

(22) Fecha de presentación:

**04.10.2022**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**30.04.2024**

Fecha de concesión:

**28.08.2024**

(45) Fecha de publicación de la concesión:

**04.09.2024**

(73) Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA (100.0%)**  
**Campus Universitario-Pabellón de Gobierno**  
**Plaza de la Universidad, 2**  
**02071 Albacete (Albacete) ES**

(72) Inventor/es:

**LOBATO BAJO, Justo;**  
**SÁEZ JIMÉNEZ, Cristina;**  
**LACASA FERNÁNDEZ, Engracia;**  
**RODRIGO RODRIGO, Manuel Andrés;**  
**MONTIEL LÓPEZ, Miguel Ángel;**  
**CAÑIZARES CAÑIZARES, Pablo;**  
**GRANADOS FERNÁNDEZ, Rafael y**  
**FERNÁNDEZ MARCHANTE, Carmen María**

(74) Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PESES, Gustavo Adolfo**

(54) Título: **Unidad de electro-absorción para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles y odorantes en corrientes gaseosas**

(57) Resumen:

Unidad de electro-absorción para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles y odorantes en corrientes gaseosas.

Unidad de electro-absorción para el tratamiento de corrientes gaseosas contaminadas con compuestos orgánicos volátiles y odorantes, donde la unidad combina una columna de absorción en la parte superior con una celda electroquímica en la parte inferior, siendo ambas partes adyacentes y estando en contacto a través de una rejilla de soporte del relleno de la columna de absorción. La celda electroquímica incluye además en una tapa inferior unos soportes conductores para conectar la fuente de fuerza electromotriz a los electrodos. El gas a degradar entra por la interfaz entre la rejilla de soporte y asciende por la columna a contracorriente de la fase líquida.

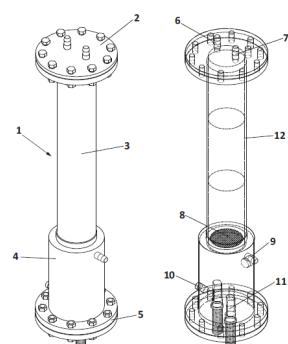


FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.

Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

**DESCRIPCIÓN**

Unidad de electro-absorción para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles y odorantes en corrientes gaseosas

5

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se puede incluir en el campo técnico del tratamiento de corrientes gaseosas contaminadas. La invención se define más en particular como un reactor 10 electroquímico combinado con una columna de absorción para la eliminación de contaminantes orgánicos volátiles y compuestos odorantes.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

15 En la bibliografía se describen diferentes tecnologías para la degradación, eliminación y/o recuperación de contaminantes orgánicos volátiles y compuestos odorantes procedentes de corrientes gaseosas. Tecnologías como absorción, adsorción, combinación de líquidos iónicos y procesos de separación por membrana, condensación, bio-tratamientos, oxidación catalítica, oxidación térmica, plasma-catálisis, fotocatálisis, ozonización y combustión 20 catalítica han alcanzado resultados satisfactorios. Sin embargo, algunos factores limitan su aplicabilidad, tales como contaminación secundaria, condiciones de operación, alta demanda de energía, elevado coste de materiales, altos costes de inversión, etc. (Barbusinski, K., Kalemba, K., Kasperczyk, D., Urbaniec, K., & Kozik, V. (2017). Biological methods for odor treatment – A review. *Journal of Cleaner Production*, 152, 223–241, 25 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.093>; Hoseini, S., Rahemi, N., Allahyari, S., & Tasbihi, M. (2019). Application of plasma technology in the removal of volatile organic compounds (BTX) using manganese oxide nano-catalysts synthesized from spent batteries. *Journal of Cleaner Production*, 232, 1134–1147, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.227>).

30

Una columna de absorción es capaz de absorber y retener, mediante un relleno y un líquido, el contaminante de una fase gaseosa que circule por dicha columna. Sin embargo, el diseño de sistemas de absorción no es sencillo, ya que debe lograrse un buen contacto entre la fase líquida y la gaseosa. El contacto entre el líquido y el gas puede ocurrir de dos maneras: 35 bien por el propio burbujeo del gas en el líquido, o por el contacto directo entre la corriente líquida y gaseosa (a contracorriente o en paralelo). En cualquier caso, el objetivo es

maximizar el contacto entre la fase gaseosa y la fase líquida, para lo que existen diferentes tipos de columnas que mejoran dicho contacto; columnas de rellenos ordenados o aleatorios, columnas espray, columnas de platos y otros sistemas como burbujeadores Venturi...

5

El proceso de absorción por sí solo no elimina los contaminantes, sino que transfiere la contaminación del gas al líquido. Por ello, en los últimos años se está combinando el sistema de absorción con un paso posterior de destrucción de contaminantes gaseosos en una celda electroquímica, aprovechando que el líquido absorbente se puede comportar

10 como electrolito de la celda. El reactor electroquímico utilizado en este tipo de procesos suele ser una celda electroquímica de un solo compartimento en el que cátodo y ánodo están enfrentados y separados (el ánodo, es el electrodo de trabajo, el cátodo es el electrodo inerte), permitiendo el paso del líquido entre ambos. Una fuente de alimentación es conectada a los electrodos y cuando se ejerce una diferencia de potencial entre ellos

15 comienzan los procesos de oxidación-reducción, provocando la degradación y/o eliminación del contaminante gaseoso disuelto. La principal ventaja de las tecnologías de oxidación electroquímica es que las reacciones de descontaminación pueden ser iniciadas solo aplicando electricidad y utilizando materiales electrocatalíticos ( Ganiyu, S. O., Martínez-Huitle, C. A., & Oturan, M. A. (2021). Electrochemical advanced oxidation processes for

20 wastewater treatment: Advances in formation and detection of reactive species and mechanisms. *Current Opinion in Electrochemistry*, 27, 100678. <https://doi.org/10.1016/j.coelec.2020.100678>;

Hu, Z., Cai, J., Song, G., Tian, Y., & Zhou, M. (2021). Anodic oxidation of organic pollutants: Anode fabrication, process hybrid and environmental applications. *Current Opinion in Electrochemistry*, 26, 100659

25 <https://doi.org/10.1016/j.coelec.2020.100659>), y además esta energía puede ser suministrada o producida por fuentes de energía renovables (Ganiyu, S. O., & Martínez-Huitle, C. A. (2020). The use of renewable energies driving electrochemical technologies for environmental applications. *Current Opinion in Electrochemistry*, 22, 211–220 <https://doi.org/10.1016/j.coelec.2020.07.007>).

30

Los equipos actuales, sin embargo, no logran optimizar el contacto entre las fases y son por tanto menos eficientes y más lentos en la descontaminación del gas.

35

## RESUMEN DE LA INVENCIÓN

La presente invención resuelve el problema técnico expuesto anteriormente gracias a una unidad de electro-absorción para el tratamiento de corrientes gaseosas contaminadas con compuestos orgánicos volátiles y odorantes que combina una columna de absorción en la parte superior con una celda electroquímica provista de membrana tipo PEM en la parte inferior, siendo ambas partes adyacentes y estando en contacto a través de una rejilla de soporte del relleno de la columna de absorción. La celda electroquímica incluye además en una tapa inferior unos soportes conductores para conectar la fuente de fuerza electromotriz a los electrodos. Ambos electrodos son, preferentemente, de diamante dopado con boro (BDD). La pared de la columna de absorción puede ser ondulada.

10

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención y para complementar esta descripción, se acompañan como parte integrante de la misma las 15 siguientes figuras, cuyo carácter es ilustrativo y no limitativo:

La figura 1 muestra los elementos esenciales de la invención.

La figura 2 es un esquema de funcionamiento de la invención de la figura 1.

## 20 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Actualmente, el proceso convencional de electro-absorción a escala de laboratorio ocurre en dos etapas independientes y continuas. En este contexto, el objeto de la presente invención es unificar estas dos etapas en un único dispositivo (electro-absorbedor), que combine la 25 absorción y la electro-oxidación de manera que el contacto entre las fases sea óptimo.

En referencia a la figura 1, la unidad de electro-absorción (1) para el tratamiento de corrientes gaseosas contaminadas con compuestos orgánicos volátiles y odorantes combina una columna de absorción (3) en la parte superior con una celda electroquímica (4) en la 30 parte inferior, siendo ambas partes adyacentes y estando en contacto a través de una rejilla del soporte del relleno (8) de la columna de absorción. En la parte superior se sitúa la tapa de cierre (2) con los medios de conducción para la salida de gas descontaminado (7) y entrada de la fase líquida (6). La salida de la fase líquida (10) se produce en la parte inferior de la celda (4). En la parte inferior de dicha celda (4) se dispone una tapa de cierre (5) con 35 los soportes conductores (11) que sujetarán los electrodos de la celda electroquímica, que se unirán a una fuente de fuerza electromotriz.

El ánodo está conectado a uno de los soportes conductores (11) y a su vez conectado al polo positivo de una fuente de fuerza electromotriz (no mostrada), mientras el otro soporte conductor (11) se conecta al cátodo y a su vez al polo negativo de la fuerza electromotriz, originándose un circuito eléctrico entra la fuente, el ánodo, el cátodo y el líquido absorbente/electrolito. Como consecuencia de dicho circuito comienzan las reacciones de oxidación-reducción en la celda electroquímica (4) generando gases oxidantes y reductores que ascienden por la columna de absorción (3). La celda electroquímica que a su vez incluye, preferentemente, unos soportes conductores para conectar la fuente de fuerza electromotriz en la tapa de cierre inferior.

10

La celda electroquímica es una celda tipo PEM (membrana de intercambio protónico); ambos electrodos, ánodo y cátodo son, preferentemente, de diamante dopado con boro (BDD), debido a su amplia ventana de potencial, su alta estabilidad y su elevada resistencia a la corrosión en medios más agresivos, pero se contemplan otros materiales. El  $\text{PbO}_2$  y  $\text{SnO}_2$  son otros de los compuestos más utilizados como ánodo debido a sus ventajas de alto potencial de evolución de oxígeno, su fuerte capacidad de oxidación, excelente conductividad eléctrica y su bajo coste. Otros materiales anódicos pueden ser mezclas de óxidos metálicos (MMO) como  $\text{IrO}_2$ ,  $\text{Pt}$  y  $\text{TiO}_2$  en una proporción que dependerá de la naturaleza del contaminante a degradar. En cualquier caso, en el ánodo se generan de manera directa o indirecta especies activas responsables de la oxidación.

La entrada del gas contaminado (9) se produce en la interfase entre la cámara de la celda electroquímica (4) y la rejilla (8) que soporta el relleno de la columna de absorción (3), provocando así un burbujeo del gas en el líquido absorbente y que el gas contaminado ascienda a través de la columna de absorción (3). A su vez, la fase líquida (electrolito) entra por la parte superior de la columna (6) descendiendo a través de ella y encontrándose con el gas en sentido contrario. El contacto entre las dos fases se produce en un sistema de contracorriente con el relleno, aleatorio u ordenado, utilizado en la columna de absorción. El líquido absorbente inunda la celda electroquímica y permite su funcionamiento por acción de la fuerza electromotriz, provocando así que las reacciones de oxidación y reducción ocurran. Así, se produce una generación de agentes oxidantes y reductores gaseosos que atacan al contaminante de forma indirecta a la vez que ascienden por la columna de absorción y de manera directa por el propio contacto con el electrodo en la celda electroquímica, provocando así una degradación y/o eliminación del contaminante. La salida del gas purificado se produce por la parte superior de la columna (7) y la salida de la fase líquida (10) se produce en la parte inferior de celda electroquímica. La fase líquida desciende por la

columna de absorción (3) por lo tanto en contracorriente. Puesto que la salida de la fase líquida (10) está en la parte inferior de la celda electroquímica, la misma está siempre inundada y puede al mismo tiempo alimentar un tanque de almacenamiento de la fase líquida (no mostrado) y volver mediante un circuito y bombas a la unidad de electroabsorción por la entrada (6), estableciéndose así un sistema de recirculación para la fase líquida.

La columna de absorción puede estar provista de una pared interna ondulada (12) para favorecer el desorden del relleno de manera a evitar caminos preferenciales de la fase gas y líquida y así alargar el tiempo de contacto entre ambas fases.

La integración en un único espacio físico de los sistemas de generación de oxidantes y de absorción tiene una serie de ventajas importantes desde el punto de vista de la eficacia de los procesos (figura 2). Los gases oxidantes generados en la zona electrolítica del sistema (cloro, ozono, etc.) pueden interaccionar con el contaminante gaseoso directamente en fase gaseosa, además de estar presentes en la fase líquida y de realizar la interacción en esta fase. Esta es la principal diferencia con respecto a un sistema en el que las zonas de absorción y de reacción estén separadas. La degradación de los contaminantes en la fase líquida hace que el equilibrio de absorción se desplace y permita una retención más rápida de la contaminación y por tanto una desaparición más rápida del contaminante en la fase gaseosa. La absorción tiene lugar en un medio líquido rico en oxidantes, que van a ayudar a degradar los contaminantes simultáneamente.

A la vista de esta descripción y figuras, el experto en la materia podrá entender que la invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes, sin exceder el objeto de la invención tal y como ha sido reivindicada.

**REIVINDICACIONES**

1. Unidad de electro-absorción (1) para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles y odorantes en corrientes gaseosas, comprendiendo dicha unidad:

5 - una columna de absorción (3), un relleno y una rejilla de soporte (8) para dicho relleno;

10 - una celda electroquímica (4), en la parte inferior de la columna de absorción (3) y en contacto con la rejilla de soporte, estando la celda electroquímica provista de una membrana de intercambio protónico (PEM), al menos un ánodo, al menos un cátodo y respectivos electrodos;

15 - una tapa de cierre inferior (5) de la celda electroquímica provista de sendos conductores (11) para los electrodos de la celda electroquímica, adaptados para ser conectados a una fuente de fuerza electromotriz;

20 - una entrada (6) en la parte superior de la columna de absorción (3) para una fase líquida que a su vez actúa como electrolito de la celda electroquímica (4),

- una salida de la fase líquida (10) en la parte inferior de la celda electroquímica

25 - una entrada de gas contaminado (9) en la interfaz entre la rejilla de soporte del relleno (8) de la columna de absorción (3) y la celda electroquímica (4)

- una salida de gas purificado (7) en la parte superior de la columna de absorción.

2. Unidad de electro-absorción (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que la pared de la columna de absorción es ondulada (12) y el relleno aleatorio.

25

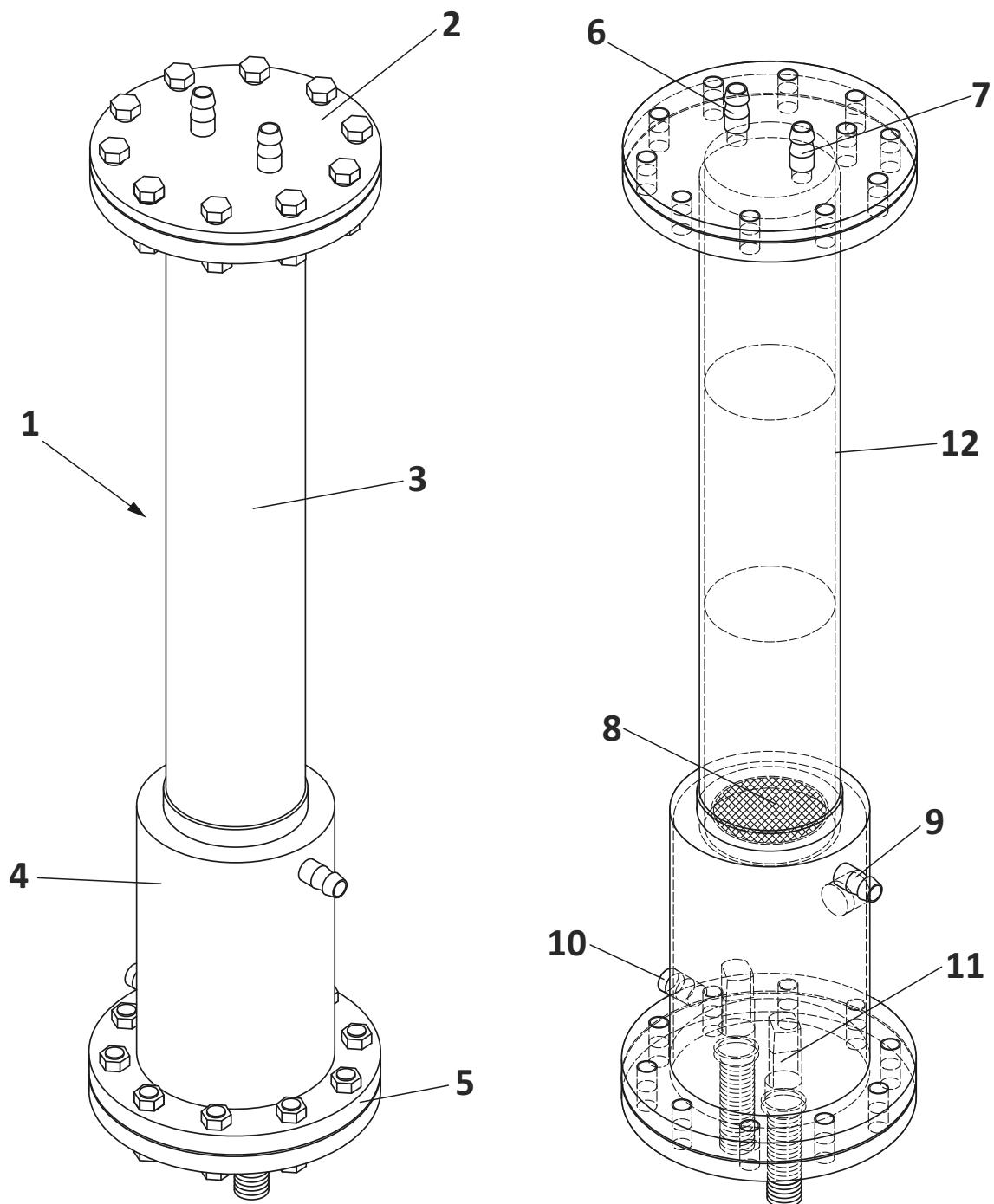
3. Unidad de electro-absorción (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que el ánodo y el cátodo comprenden diamante dopado con boro.

30

4. Unidad de electro-absorción (1) según las reivindicaciones 1 o 2 caracterizada por que el ánodo y el cátodo comprenden uno o varios de los siguientes compuestos: PbO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, IrO<sub>2</sub>, Pt, TiO<sub>2</sub>.

35

5. Unidad de electro-absorción (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que comprende una pluralidad de ánodos y cátodos.



**FIG. 1**

