

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 997 662**

21 Número de solicitud: 202330690

51 Int. Cl.:

B01J 21/06 (2006.01)

B01J 19/08 (2006.01)

B01J 35/39 (2014.01)

B01D 53/56 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

09.08.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.02.2025

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID (75.00%)
Ciudad Universitaria de Cantoblanco, C/ Einstein, 3
28049 Madrid (Madrid) ES y
UNIVERSIDAD FEDERAL DE ESPÍRITO SANTO
(25.00%)

72 Inventor/es:

ZAZO MARTÍNEZ, Juan Antonio;
SILVEIRA, Jefferson Eduardo;
CASAS DE PEDRO, José Antonio y
SILVA PAZ, Wendel

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

54 Título: **SISTEMA FOTOCATALÍTICO, PROCEDIMIENTO Y USO PARA LA ELIMINACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN CALDERAS**

57 Resumen:

Sistema fotocatalítico, procedimiento y uso para la eliminación de óxidos de nitrógeno en calderas.

Sistema para la eliminación de óxidos de nitrógeno que comprende una carcasa, un fotocalizador y una unidad emisora de luz, en el que el fotocatalizador entra en contacto con gases de combustión emitidos por una caldera y en el que la luz emitida por la unidad emisora de luz incide sobre el fotocatalizador, que cataliza una reacción fotocatalítica que elimina los óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por la caldera. Procedimiento de eliminación de óxidos de nitrógeno, que comprende poner en contacto los gases de combustión emitidos por una caldera con el sistema fotocatalítico de la invención. Uso del fotocatalizador seleccionado del grupo que consiste en ilmenita, franckeíta y óxido de hierro y/o titanio, para eliminar óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por una caldera.

ES 2 997 662 A1

DESCRIPCIÓN

SISTEMA FOTOCATALÍTICO, PROCEDIMIENTO Y USO PARA LA ELIMINACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN CALDERAS

SECTOR DE LA TÉCNICA

5 La presente invención se relaciona con sistemas y procedimientos de eliminación de óxidos de nitrógenos presentes en gases de combustión. En particular, la presente invención se relaciona con un sistema que comprende un fotocalizador y una unidad emisora de luz, en el que la unidad emisora de luz emite luz que incide sobre el fotocatalizador y éste cataliza una
10 reacción fotocatalítica que elimina los óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los óxidos de nitrógeno (que incluyen NO, NO₂, N₂O, N₂O₃ y N₂O₅) son uno de los principales contaminantes de la atmósfera. Entre ellos, NO₂, NO y N₂O son los más comunes. Los óxidos de nitrógeno (NO_x) dan lugar a una serie de problemas medioambientales, como la lluvia
15 ácida, o la reducción de la capa de ozono, que amenazan la salud de todos los seres vivos. A efectos de calidad del aire, la concentración de NO₂ se utiliza como parámetro de medida de la concentración de NO_x. Así, las normas de calidad del aire de la Unión Europea establecen umbrales de concentración de NO_x en el aire de 200 µg NO₂/m³ por hora (que no deben superarse en más de 18 horas/año) y de 40 µg NO₂/m³ anualmente.

20 En la actualidad no existen sistemas que reduzcan las emisiones de NO_x una vez producidas por las calderas de combustión, cuya concentración máxima, en el caso de calderas estancas con baja emisión de NO_x (según la legislación) no puede exceder de 56 mg NO_x/kW-h.

25 A pesar de la continua reducción de las emisiones de NO_x a lo largo de las últimas décadas y de la existencia de tecnologías de reducción de dichas emisiones, es necesario mejorar estos procesos o desarrollar nuevos enfoques de costes asequibles para alcanzar valores de emisión de NO_x cada vez más bajos.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

A efectos de la presente invención, "ilmenita" es un mineral fotocatalítico constituido por dos fases cristalinas: fase rutilo (TiO_2) y fase ilmenita (FeTiO_3). La fase TiO_2 es fotoactiva. La presencia de hierro permite que la ilmenita sea fotoactiva con luz visible.

5

A efectos de la presente invención, "franckeíta" es un mineral fotocatalítico constituido por una heteroestructura de Van der Waals compuesta por capas alternas de $\text{Sn}(\text{Sb})\text{S}_2$ y $\text{Pb}(\text{Sb})\text{S}$ apiladas unas sobre otras, que pueden exfoliarse tanto mecánica como químicamente.

10 A efectos de la presente invención, un "soporte" es un material al que está unido un fotocatalizador, que evita o minimiza la aglomeración de las partículas del fotocatalizador y que permite que el fotocatalizador presente una gran superficie.

A efectos de la presente invención, "monolito" es un tipo de "soporte" al que se une el
15 fotocatalizador. Un monolito contiene numerosos canales que presentan una gran superficie.

El problema técnico a resolver consiste en proporcionar un sistema y un procedimiento que reduzca las cantidades de óxidos de nitrógeno emitidas a la atmósfera por calderas de combustión.

20

La presente invención soluciona dicho problema técnico.

La presente invención proporciona un sistema (1) para la eliminación de óxidos de nitrógeno que comprende una carcasa (2), en el que el sistema (1) además comprende:

25 - un fotocatalizador (3) y una unidad emisora de luz (4), ambos alojados en el interior de la carcasa (2);
en el que el fotocatalizador (3) entra en contacto con gases de combustión emitidos por una caldera (5); y
en el que la luz emitida por la unidad emisora de luz (4) incide sobre el fotocatalizador (3),
30 que cataliza una reacción fotocatalítica que elimina los óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por la caldera (5).

El sistema (1) de la invención se utiliza en una caldera (5), individual o colectiva, o en equipos similares, tales como chimeneas. La fuente de calor en la caldera (5) es la combustión de gas
35 natural, gasóleo o biomasa.

El sistema (1) de la invención comprende una carcasa (2). En el interior de la carcasa (2) se disponen un fotocatalizador (3) y una unidad emisora de luz (4). Los gases de combustión emitidos por la caldera (5) circulan por el interior de la carcasa (2), de forma que el fotocatalizador (3) entra en contacto con los gases emitidos por la caldera (5). La luz emitida por la unidad emisora de luz (4) incide sobre el fotocatalizador (3), que cataliza una reacción fotocatalítica que elimina los óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por la caldera (5).

El sistema (1) de la invención reduce la cantidad de óxidos de nitrógeno que emiten las calderas de combustión a la atmósfera. Dicha reducción es complementaria a la que se puede lograr con modificaciones en la propia caldera (5), reduciendo así el impacto global de las calderas de combustión sobre las emisiones contaminantes. Ello ayudaría significativamente a cumplir con los objetivos medioambientales de la Unión Europea, con los que se pretende reducir un 55% las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030 (con respecto a 1990) y sin emisiones netas en 2050.

En el sistema (1) de la invención, la eliminación de óxidos de nitrógeno se lleva a cabo por una reacción fotocatalítica de oxidación o reducción. En la Fig. 1 se muestra un esquema de una reacción de oxidación fotocatalítica (izquierda) y de reducción fotocatalítica (derecha). La irradiación lumínica de la superficie del fotocatalizador (3) provoca el salto de los electrones (e^-) de la banda de valencia a la banda de conducción, dejando una carga positiva (h^+ , del término inglés "hole") en la banda de valencia.

Tanto la oxidación fotocatalítica, como la reducción fotocatalítica, tienen lugar en la superficie del fotocatalizador (3). La oxidación fotocatalítica consiste en la oxidación de los óxidos de nitrógeno en presencia de oxígeno, para formar NO_3^- , tal y como se muestra en la Fig. 1 (izquierda). La reducción fotocatalítica consiste en la reducción del NO_x en presencia de un compuesto reductor, para formar N_2 , tal como se muestra en la Fig. 1 (derecha). Dado que el N_2 es un compuesto gaseoso inocuo, la reducción fotocatalítica es la opción preferida.

El sistema (1) de la invención es apropiado para las temperaturas de los gases de salida de las calderas de combustión. A modo de ejemplo, los gases de salida de las calderas estancas domésticas de baja emisión de NO_x son expulsados a una temperatura de aproximadamente 55-60 °C.

Las dimensiones del sistema (1) de la invención estarán determinadas por la potencia de la caldera y por el diámetro de los tubos de salida de los gases de combustión.

5 En una realización preferente, el sistema (1) de la invención se acopla a las conducciones de salida de gases de combustión de la caldera (5), no afectando en este caso al diseño/construcción de la propia caldera (5). Más preferentemente, la carcasa (1) es un tubo cilíndrico o tiene cualquier otra geometría compatible con las conducciones de salida de los gases de combustión de la caldera (5).

10

En otra realización preferente, el sistema (1) de la invención se dispone en el interior de la caldera (5).

El sistema (1) de la invención puede ser retirado y sustituido una vez finalice su vida útil o
15 utilizar un proceso adicional de regeneración del fotocatalizador (3) si fuera preciso.

En otra realización preferente del sistema (1) de la invención, el fotocatalizador (3) se selecciona del grupo que consiste en ilmenita, franckeíta y óxido de hierro y/o titanio.

20 En otra realización preferente del sistema (1) de la invención, el fotocatalizador (3) está unido a un soporte seleccionado del grupo que consiste en esferas de vidrio y monolitos, soportes plásticos, soportes cerámicos y carbón activo.

En otra realización preferente del sistema (1) de la invención, la unidad emisora de luz (4)
25 emite luz ultravioleta y/o luz visible.

En otra realización preferente, el sistema (1) de la invención comprende, además, un compuesto reductor.

30 En dicha realización preferente, el sistema de la invención funciona en modo reducción fotocatalítica, según el cual los NO_x emitidos se reducen a N_2 , utilizando para ello el compuesto reductor.

En una realización más preferente del sistema de la invención, el compuesto reductor se
35 selecciona de entre un ácido carboxílico y metanol. Preferentemente, el ácido carboxílico se

selecciona del grupo que consiste en: ácido oxálico, ácido fórmico, ácido acético y ácido propanoico.

La presente invención también proporciona un procedimiento de eliminación de óxidos de nitrógeno, que comprende poner en contacto los gases de combustión emitidos por una caldera (5) con el sistema (1) de la invención.

En una realización preferente del procedimiento de la invención, la eliminación de óxidos de nitrógeno se lleva a cabo por una reacción de oxidación fotocatalítica en la que se obtienen nitratos. En dicha realización preferente, los nitratos producidos quedan retenidos en los gases de salida o bien en la superficie del fotocatalizador (3).

En otra realización preferente del procedimiento de la invención, en el que la eliminación de óxidos de nitrógeno se lleva a cabo por una reacción de reducción fotocatalítica en la que se obtiene N_2 , que se lleva a cabo en presencia de un compuesto reductor. En una realización más preferente, el compuesto reductor se selecciona de entre un ácido carboxílico y metanol. En una realización aún más preferente, el ácido carboxílico se selecciona del grupo que consiste en: ácido oxálico, ácido fórmico, ácido acético y ácido propanoico.

En otra realización preferente del procedimiento de la invención, el sistema (1) de la invención se acopla a las conducciones de salida de gases de combustión de la caldera (5).

En otra realización preferente del procedimiento de la invención, el sistema (1) de la invención se dispone en el interior de la caldera (5).

La presente invención también se refiere al uso de un fotocatalizador (3) para eliminar óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por una caldera (5), en el que el fotocatalizador (3) cataliza una reacción fotocatalítica que elimina los óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por la caldera (5) y en el que el fotocatalizador (3) se selecciona del grupo que consiste en ilmenita, franckeíta y óxido de hierro y/o titanio.

En una realización preferente del uso de la invención, el fotocatalizador (3) está unido a un soporte seleccionado del grupo que consiste en esferas de vidrio y monolitos, soportes plásticos, soportes cerámicos y carbón activo.

En otra realización preferente del uso de la invención, la reacción fotocatalítica es una reacción de oxidación.

5 En otra realización preferente del uso de la invención, la reacción fotocatalítica es una reacción de reducción que se lleva a cabo en presencia de un compuesto reductor. En una realización más preferente, el compuesto reductor se selecciona de entre un ácido carboxílico y metanol. En una realización aún más preferente, el ácido carboxílico se selecciona del grupo que consiste en: ácido oxálico, ácido fórmico, ácido acético y ácido propanoico.

10 Como se usa en esta descripción y en las reivindicaciones, las formas singulares “el”, “la” incluyen referencias a las formas plurales a menos que el contenido indique claramente lo contrario.

15 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones, el término “comprende”, “que comprende” y sus variantes no son de naturaleza limitativa y, por lo tanto, no pretenden excluir otras características técnicas. El término “comprende”, “que comprende” y sus variantes, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, incluye, específicamente, el término “consiste en”, “que consiste en” y sus variantes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Fig. 1. Esquema de una reacción de oxidación fotocatalítica (izquierda) y de reducción fotocatalítica (derecha).

Fig. 2. Esquema del sistema (1) fotocatalítico para la eliminación de óxidos de nitrógeno, según la presente invención. El sistema (1) comprende una carcasa (2). En el interior de la
25 carcasa (2) se disponen un fotocalizador (3) y una unidad emisora de luz (4). En modo reducción fotocatalítica, se circula un compuesto reductor (11) por el interior de la carcasa (2).

Fig. 3. Esquema de una instalación de una caldera (5) doméstica equipada con un sistema (1) para la eliminación de óxidos de nitrógeno, según la presente invención. El sistema (1)
30 fotocatalítico está acoplado a las conducciones de salida de gases de combustión de la caldera (5).

Fig. 4. Esquema de un montaje experimental del sistema (1) fotocatalítico para la eliminación de óxidos de nitrógeno, según la presente invención. El sistema (1) comprende una carcasa

(2) y estaba equipado con una unidad emisora de luz (4), rodeada por una camisa de cuarzo por la que circulaba un líquido refrigerante (6). El sistema comprende también un controlador de humedad relativa del aire (9) y un controlador de flujo másico de gases (10), que fija el flujo de gases y la concentración de NO. El interior de la carcasa (2) se rellena con franckeíta o ilmenita como fotocatalizador (3). Los gases de salida (8) se analizaron con un analizador de óxidos de nitrógeno (7). En modo reducción fotocatalítica, se circuló ácido oxálico como compuesto reductor (11).

Fig. 5. Oxidación fotocatalítica de óxidos de nitrógeno con el sistema (1) fotocatalítico según la presente invención. Se utilizó NO como fuente de óxidos de nitrógeno, en un rango de 5 a 50 ppmv de NO y con un caudal de gas en el rango 150 - 450 mLN/min, a una temperatura de 20 °C, utilizando franckeíta (A) o ilmenita (B) como fotocatalizador. En las barras, el gris oscuro representa fotólisis y el gris claro fotocátalisis. La fotólisis hace referencia a la eliminación de óxidos de nitrógeno en ausencia del fotocatalizador, solamente por acción de radiación lumínica.

Fig. 6. Reducción fotocatalítica de óxidos de nitrógeno con el sistema (1) fotocatalítico según la presente invención, utilizando ácido oxálico como compuesto reductor. Se utilizó NO como fuente de óxidos de nitrógeno, en un rango de 5 a 50 ppmv de NO y con un caudal de gas en el rango 150 - 450 mLN/min, a una temperatura de 20 °C, utilizando franckeíta (A) o ilmenita (B) como fotocatalizador. En las barras, el gris oscuro representa fotólisis y el gris claro fotocátalisis. La fotólisis hace referencia a la eliminación de óxidos de nitrógeno en ausencia del fotocatalizador, solamente por acción de radiación lumínica.

DESCRIPCIÓN DE MODOS DE REALIZACIÓN

Se describen a continuación ejemplos de realización del sistema (1) fotocatalítico para la eliminación de óxidos de nitrógeno, según la presente invención, en base a unos dibujos a título explicativo, pero no limitativo de la invención.

La Fig. 2 muestra un esquema del sistema (1) fotocatalítico para la eliminación de óxidos de nitrógeno, según la presente invención. El sistema (1) fotocatalítico comprende una carcasa (2). En el interior de la carcasa (2) se encuentran un fotocatalizador (3) y una unidad emisora de luz (4). En modo reducción fotocatalítica, se circula un compuesto reductor (11) por el interior de la carcasa (2).

La Fig. 3 muestra una instalación en la que el sistema (1) fotocatalítico para la eliminación de óxidos de nitrógeno está acoplado a las conducciones de salida de gases de combustión de una caldera (5).

Ejemplo 1. Eliminación de óxidos de nitrógeno con un sistema con franckeíta o ilmenita como fotocatalizadores

Se realizaron ensayos para cuantificar la eliminación de óxidos de nitrógeno con un sistema (1) fotocatalítico según la presente invención que comprende franckeíta o ilmenita como fotocatalizador, que proporcionaron unos resultados muy prometedores. Para ello, la franckeíta o la ilmenita se molieron y se tamizaron, quedándose con las partículas de menos de 100 μm . Seguidamente, franckeíta o la ilmenita se inmovilizaron en esferas de vidrio con un diámetro de 4 mm. El sistema (1) fotocatalítico se cargó con las esferas de franckeíta o ilmenita, siendo el volumen del lecho de fotocatalizador de 0,5 L. El sistema (1) fotocatalítico estaba equipado con una lámpara de Hg de media presión (150 W, irradiancia: 200 W/m^2) rodeada por una camisa de cuarzo por la que circulaba un líquido refrigerante (6), lo que permitió mantener una temperatura de 20 °C a lo largo de toda la reacción.

Se utilizó NO como fuente de NO_x, en un rango de 5 a 50 ppmv de NO y con un caudal de gas en el rango 150 - 450 mLN/min. La Fig. 4 muestra un esquema del montaje experimental.

A una concentración inicial de NO de 5 ppmv y un flujo de gas de 150 mLN/min, se alcanzó una eliminación completa de NO utilizando franckeíta como fotocatalizador en modo oxidación fotocatalítica, utilizando aire como vehículo y, por tanto, oxígeno como oxidante (Fig. 5A). En las mismas condiciones, se alcanzó una eliminación del 98% utilizando ilmenita como fotocatalizador (Fig. 5B).

A una concentración inicial de NO de 5 ppmv y un flujo de gas de 150 mLN/min, se alcanzó una eliminación de NO del 65% utilizando franckeíta como fotocatalizador en modo reducción fotocatalítica, utilizando ácido oxálico como compuesto reductor (Fig. 6A). En las mismas condiciones, se alcanzó una eliminación de NO del 80% utilizando ilmenita como fotocatalizador (Fig. 6B).

Los resultados demostraron que el sistema (1) fotocatalítico de la invención reduce eficazmente los óxidos de nitrógeno.

LISTA DE NÚMEROS DE REFERENCIA

- 1: Sistema fotocatalítico para la eliminación de óxidos de nitrógeno
- 2: Carcasa
- 3: Fotocalizador
- 5 4: Unidad emisora de luz
- 5: Caldera
- 6: Líquido refrigerante
- 7: Analizador de óxidos de nitrógeno
- 8: Gases de salida
- 10 9: Controlador de humedad relativa del aire
- 10: Controlador de flujo másico de gases
- 11: Circulación de compuesto reductor

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) para la eliminación de óxidos de nitrógeno que comprende una carcasa (2), en el que el sistema (1) además comprende:
 - un fotocatalizador (3) y una unidad emisora de luz (4), ambos alojados en el interior de la carcasa (2);en el que el fotocatalizador (3) entra en contacto con gases de combustión emitidos por una caldera (5); y en el que la luz emitida por la unidad emisora de luz (4) incide sobre el fotocatalizador (3), que cataliza una reacción fotocatalítica que elimina los óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por la caldera (5).
2. El sistema según la reivindicación 1, en el que el fotocatalizador (3) se selecciona del grupo que consiste en ilmenita, franckeíta y óxido de hierro y/o titanio.
3. El sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que el fotocatalizador (3) está unido a un soporte seleccionado del grupo que consiste en esferas de vidrio y monolitos, soportes plásticos, soportes cerámicos y carbón activo.
4. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad emisora de luz (4) emite luz ultravioleta y/o luz visible.
5. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la reacción fotocatalítica es una reacción de oxidación.
6. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la reacción fotocatalítica es una reacción de reducción.
7. El sistema según la reivindicación 6, que comprende, además, un compuesto reductor.
8. El sistema según la reivindicación 7, en el que el compuesto reductor se selecciona de entre un ácido carboxílico y metanol.
9. El sistema según la reivindicación 8, en el que el ácido carboxílico se selecciona del grupo que consiste en: ácido oxálico, ácido fórmico, ácido acético y ácido propanoico.

10. Un procedimiento de eliminación de óxidos de nitrógeno, que comprende poner en contacto los gases de combustión emitidos por una caldera (5) con el sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
- 5 11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la eliminación de óxidos de nitrógeno se lleva a cabo por una reacción de oxidación fotocatalítica en la que se obtienen nitratos.
12. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la eliminación de óxidos de nitrógeno se lleva a cabo por una reacción de reducción fotocatalítica en la que se obtiene N₂, que se lleva a cabo en presencia de un compuesto reductor.
- 10 13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que el compuesto reductor se selecciona de entre un ácido carboxílico y metanol.
- 15 14. El procedimiento según la reivindicación 13, en el que el ácido carboxílico se selecciona del grupo que consiste en: ácido oxálico, ácido fórmico, ácido acético y ácido propanoico.
15. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que el sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 se acopla a las conducciones de salida de gases de combustión de la caldera (5).
- 20 16. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que el sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 se dispone en el interior de la caldera (5).
- 25 17. Uso de un fotocatalizador (3) para eliminar óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por una caldera (5), en el que el fotocatalizador (3) cataliza una reacción fotocatalítica que elimina los óxidos de nitrógeno presentes en los gases de combustión emitidos por la caldera (5) y en el que el fotocatalizador (3) se selecciona del grupo que consiste en ilmenita, franckeíta y óxido de hierro y/o titanio.
- 30 18. El uso según la reivindicación 17, en el que el fotocatalizador (3) está unido a un soporte seleccionado del grupo que consiste en esferas de vidrio y monolitos, soportes plásticos, soportes cerámicos y carbón activo.

35

19. El uso según la reivindicación 17 o 18, en el que la reacción fotocatalítica es una reacción de oxidación.
20. El uso según la reivindicación 17 o 18, en el que la reacción fotocatalítica es una reacción
5 de reducción que se lleva a cabo en presencia de un compuesto reductor.
21. El uso según la reivindicación 20, en el que el compuesto reductor se selecciona de entre un ácido carboxílico y metanol.
- 10 22. El uso según la reivindicación 21, en el que el ácido carboxílico se selecciona del grupo que consiste en: ácido oxálico, ácido fórmico, ácido acético y ácido propanoico.

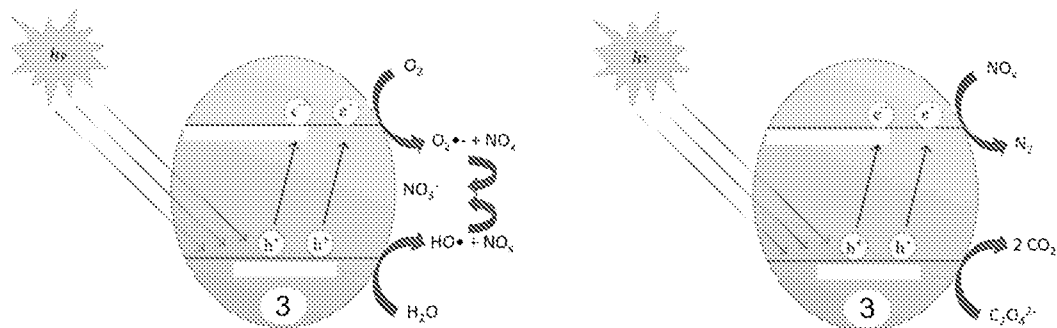


FIG. 1

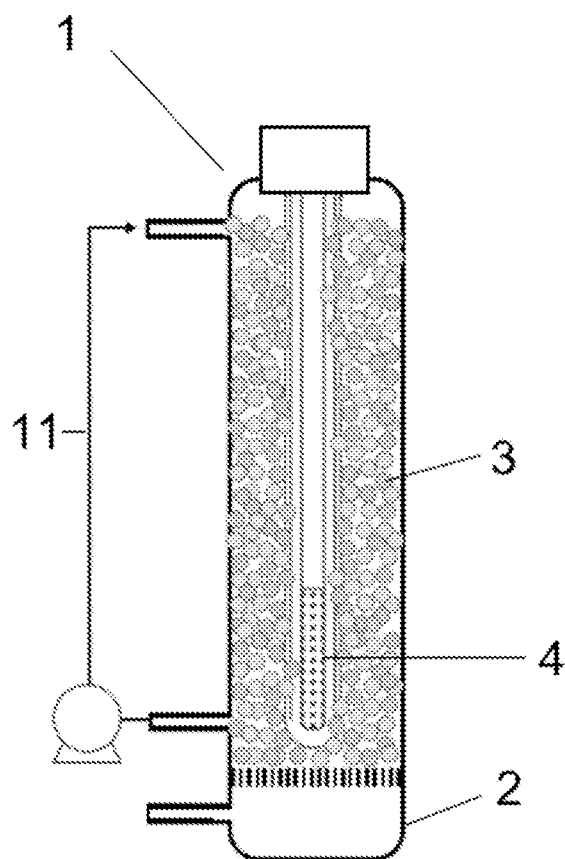


FIG. 2

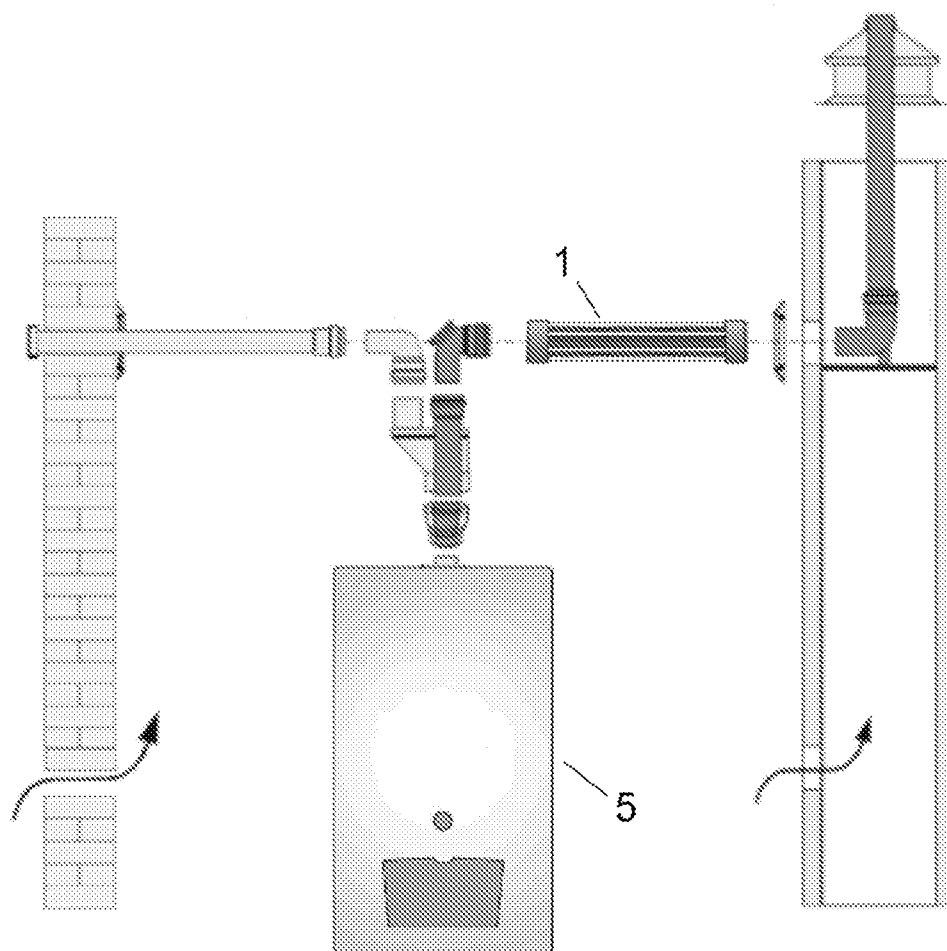


FIG. 3

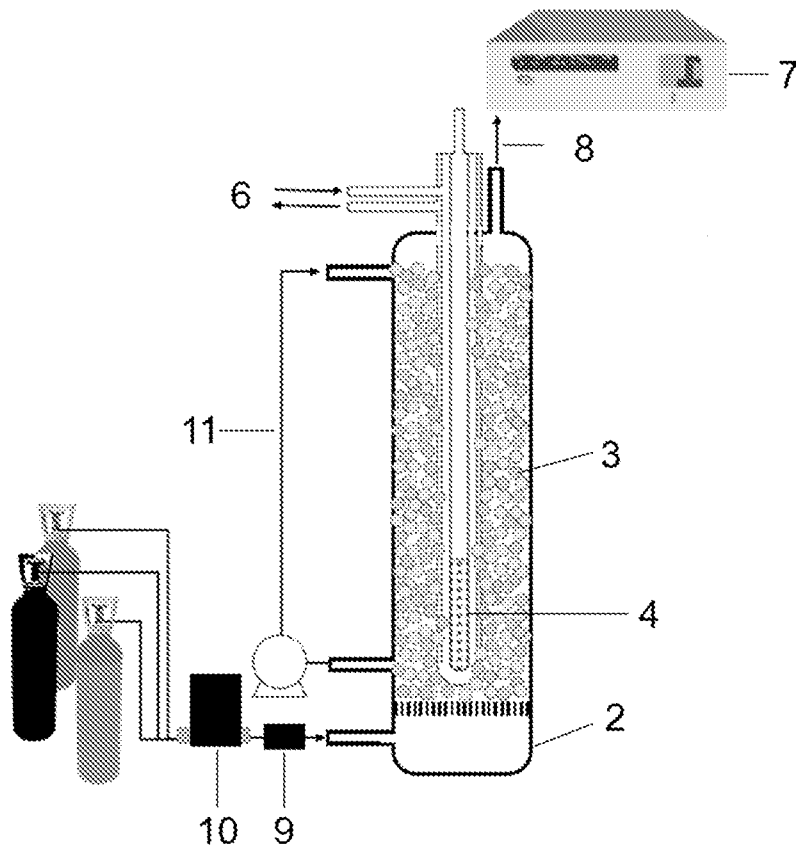


FIG. 4

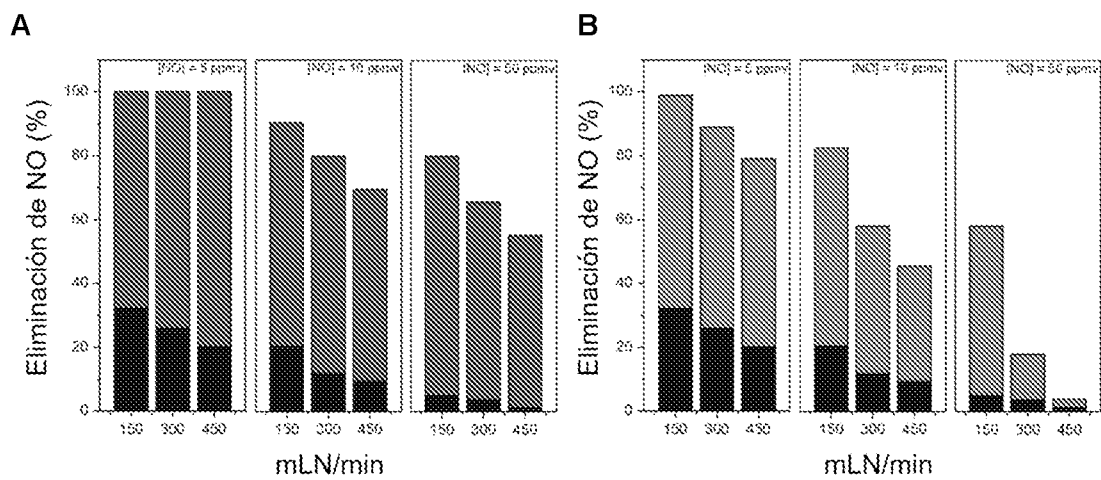
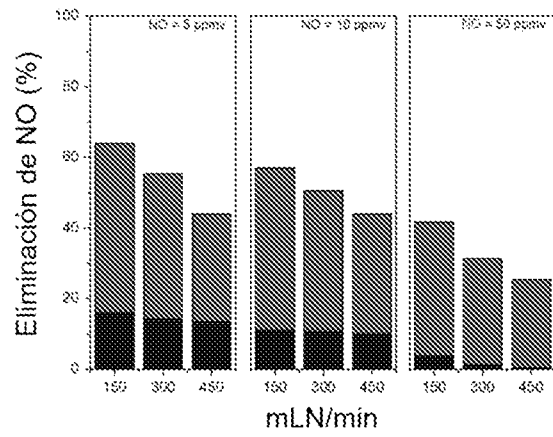


FIG. 5

A



B

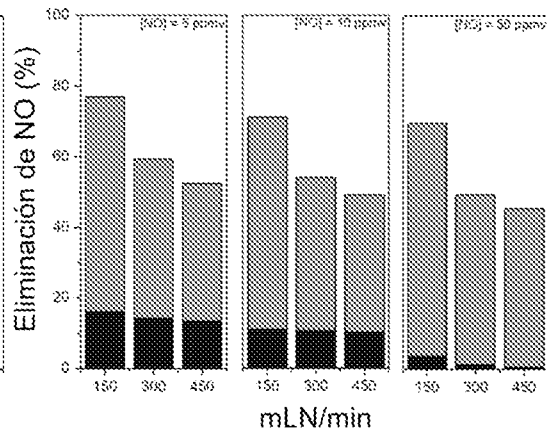


FIG. 6



- 21 N.º solicitud: 202330690
22 Fecha de presentación de la solicitud: 09.08.2023
32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

51 Int. cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	TW 201121640 A (NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 01/07/2011 Páginas 8 - 11; páginas 15 - 16; ejemplo 1.	1-22
A	SOONG YEON KIM et al. Photocatalytic activity of Fe-loaded TiO2 particles towards NO oxidation: Influence of the intrinsic structures, operating conditions, and synergic effects of the surface hardening agent . Construction and Building Materials, 04/06/2021, Vol. 296, Nº 123763, <DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123763 >. Ver resumen; páginas 2 - 3; conclusiones.	1-22
A	CN 210145845 U (SHANDONG MORIS ENVIRONMENTAL INDUSTRY CO., LTD.) 17/03/2020 Párrafo [0001]; párrafos [0007 - 0015].	1-22
A	WO 2016203082 A1 (UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID) 22/12/2016 Página 3, líneas 25 - 30; página 4, líneas 15 - 20, líneas 28 - 31; página 5, líneas 1 - 2, líneas 12 - 17.	1-22
A	JP 2006231171 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD et al.) 07/09/2006 Párrafos [0016 - 0021].	1-22
A	AMIRREZA TALAIEKHOZANI et al. Recent advances in photocatalytic removal of organic and inorganic pollutants in air. Journal of Cleaner Production, 25/08/2020, Vol. 278, Nº 123895, <DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123895 >. Ver sección 4.1.	1-22

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 14.06.2024	Examinador M. d. Taboada Rivas	Página 1/2
--	-----------------------------------	---------------



- ②¹ N.º solicitud: 202330690
②² Fecha de presentación de la solicitud: 09.08.2023
③² Fecha de prioridad:

INFORME DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

Nº de solicitud: 202330690

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B01J21/06 (2006.01)
B01J19/08 (2006.01)
B01J35/39 (2024.01)
B01D53/56 (2006.01)
B01D53/86 (2006.01)
B01D53/94 (2006.01)

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

B01J, B01D

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, CAPLUS