

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 256**

51 Int. Cl.:

B01J 23/72	(2006.01)
B01J 23/889	(2006.01)
B01J 23/83	(2006.01)
B01J 35/04	(2006.01)
B01J 37/02	(2006.01)
B01J 23/74	(2006.01)
B01D 53/86	(2006.01)
F24F 3/16	(2006.01)
B60H 3/06	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2015 PCT/US2015/057976**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16069856**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2015 E 15795268 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 3212325**

54 Título: **Uso de un catalizador a base de metales comunes para el tratamiento de ozono y compuestos orgánicos volátiles presentes en un suministro de aire**

30 Prioridad:

30.10.2014 US 201462072738 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2021

73 Titular/es:

**BASF CORPORATION (100.0%)
100 Park Avenue
Florham Park, NJ 07932, US**

72 Inventor/es:

**ROBINSON, DAVID M.;
BUELOW, MARK T.;
ALDEN, LAIF R. y
DURILLA, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester

ES 2 811 256 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

5 Uso de un catalizador a base de metales comunes para el tratamiento de ozono y compuestos orgánicos volátiles presentes en un suministro de aire

6 Campo técnico

10 La presente descripción se refiere a métodos que usan catalizadores para la purificación del aire. Más particularmente, la descripción se refiere al uso de capas de catalizador metálico para eliminar ozono y compuestos orgánicos volátiles de los suministros de aire.

11 Antecedentes

15 La contaminación atmosférica es una preocupación de creciente importancia a medida que los niveles de diversos contaminantes atmosféricos continúan aumentando. Un contaminante primario de preocupación es el ozono. El ozono es una molécula que consta de tres átomos de oxígeno. El ozono natural se forma a millas por encima de la tierra en la estratosfera. Esta capa de ozono es responsable de absorber la mayoría de la radiación ultravioleta dañina del sol. El ozono a nivel del suelo se produce por las reacciones de los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles en presencia de la luz solar directa. Las principales fuentes de óxido de nitrógeno y gases volátiles de compuestos orgánicos son las emisiones móviles, las fábricas industriales, las plantas eléctricas, los solventes químicos y los vapores de gasolina.

25 Cerca de la estratosfera, los aviones pueden verse afectados por diversos contaminantes. Por ejemplo, los suministros del sistema de control ambiental de la aeronave ("ECS") contienen periódicamente altos niveles de ozono y contaminantes de compuestos orgánicos volátiles ("VOC") que son dañinos/indeseables para los pasajeros en la cabina o cabina del piloto de la aeronave. Los convertidores de catalizador de aire de la cabina de aviones actuales contienen altos niveles de metales preciosos, que incluyen paladio y platino diseñados para la reducción de ozono y VOC, respectivamente, lo que puede ser considerablemente costoso de producir y mantener.

30 A nivel del suelo, el control de la contaminación también se realiza mediante el tratamiento directo del ozono y otros contaminantes a nivel del suelo usando los intercambiadores de calor del vehículo. En estos procesos, el ozono en el aire que pasa sobre las superficies recubiertas de catalizador, como los radiadores, convierte las moléculas de ozono en moléculas de oxígeno. Estos procesos capitalizan el gran volumen de aire que pasa a través del radiador de un vehículo.

35 El documento US 2010/0310441 A1 describe catalizadores que pueden usarse a bajas temperaturas (<80 °C) para eliminar compuestos orgánicos volátiles (VOC) en un espacio cerrado.

40 El documento WO 2011/019779 A2 describe métodos y un aparato para destruir el ozono en una corriente de aire.

45 El documento US 6,096,277 describe un sistema catalítico útil a temperatura ambiente para la destrucción del ozono, que se compone de una capa de lavado de soporte de alta superficie que contiene catalizador de Mn/Cu depositado sobre un portador macro poroso, tal como un monolito de panel, opcionalmente con la adición de capa de lavado de metal noble (tal como Pt) para eliminar el monóxido de carbono.

50 El documento US 2010/0266473 A1 describe un método para oxidar monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (VOC) que comprende poner en contacto un gas que contiene vapor de agua y dichos CO y VOC con una composición catalítica que comprende al menos una base metálica promotora y al menos una base catalizadora metálica soportada sobre un material de soporte de óxido que comprende uno o más de alúmina, sílice, circonia, ceria y titania, en donde los VOC comprenden uno o más de acetato de metilo, metano, bromuro de metilo, benceno, metanol, metil etil cetona, butano y buteno.

55 El documento US 5,204,309 A describe un catalizador para neutralizar vapores y aerosoles de compuestos orgánicos, monóxido de carbono y una variedad de otros materiales oxidables de un escape, que contiene oxígeno.

60 El documento US 2009/0227195 A1 describe sistemas de tratamiento de aire que incluyen un sistema de control ambiental, un mezclador, un sistema de conductos de distribución de aire y se proporcionan uno o más catalizadores para tratar el aire en el entorno de la cabina de la aeronave.

65 El documento US 6,517,899 B1 describe una composición y un método para mejorar las propiedades de adhesión de composiciones catalíticas y de adsorción a un sustrato mediante la adición de aglutinante de arcilla y/o sílica.

70 El documento US 4,585,625 describe que el isocianato de metilo en las emisiones gaseosas de desecho se reduce a temperaturas sustancialmente más bajas que las requeridas en la operación convencional de un oxidante térmico de proceso poniendo en contacto la emisión gaseosa residual con uno o más catalizadores de óxido de metal de transición a una temperatura de al menos aproximadamente 400 °C.

El documento DE 40 07 965 A1 describe un catalizador de purificación de aire que se puede aplicar como recubrimiento en enfriadores de agua, enfriadores de aceite o enfriadores de aire y usarse directamente en el enfriador. El catalizador se puede regenerar elevando la temperatura del enfriador.

5 El documento WO 2013/163536 A1 describe aspectos de la invención que se refieren a un método de tratamiento de una corriente de gas generada por una motocicleta, el método comprende: poner en contacto una corriente de gas que contiene hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno y generada por una motocicleta condiciones rica y pobre de operación del motor con una composición base de catalizador metálico, eliminando de esta manera
10 al menos una parte de los hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno en la corriente de gas. La composición base de catalizador metálico comprende un soporte que incluye al menos 10 % en peso de ceria reducible, y aproximadamente 3 a aproximadamente 7 % en peso de MnO y aproximadamente 8 a aproximadamente 22 % en peso de CuO en el soporte de ceria reducible. La composición base de catalizador metálico es efectiva para promover una reacción de reforma de vapor de hidrocarburos y una reacción de
15 intercambio de gas y agua para proporcionar H₂ como un reductor para reducir el NO_x.

El documento EP 2 939 741 A1 describe un catalizador que puede usarse para purificar un gas de escape que se descargará de un motor de combustión interna tal como un motor de gasolina y un motor diésel de automóviles de dos o cuatro ruedas y una composición de catalítica usada en el catalizador.

20 Sigue existiendo la necesidad de sistemas, métodos y composiciones para tratar eficazmente la contaminación a nivel del suelo y a gran altura. Estos métodos y composiciones deben exhibir rendimiento a largo plazo, operaciones de fabricación eficientes y costos de producción reducidos.

25 Resumen

En un primer aspecto, la presente invención está dirigida al uso de un dispositivo catalizador únicamente de base metálica para purificar un suministro de aire del ozono y los compuestos orgánicos volátiles, el dispositivo catalizador únicamente de base metálica comprende: (a) una carcasa; (b) un sustrato sólido dispuesto dentro de la carcasa; y
30 (c) una capa de catalizador dispuesta sobre el sustrato sólido, en donde la capa de catalizador comprende: (i) un primer catalizador metálico base que es óxido de cobre a un primer porcentaje en masa; (ii) un segundo catalizador metálico base que es óxido de manganeso a un segundo porcentaje en masa; y (iii) un material de soporte donador de oxígeno que comprende un óxido de metal de tierras raras impregnado con al menos uno del primer catalizador metálico base o el segundo catalizador metálico base.

35 En un segundo aspecto, la presente invención está dirigida a un método para purificar una corriente de flujo de aire, el método comprende: poner en contacto una corriente de flujo de aire sin purificar con la capa de catalizador del dispositivo catalizador únicamente de base metálica de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6 para producir una corriente de flujo de aire purificado, en donde: la corriente de flujo de aire no purificado contiene un primer contenido de ozono, la corriente de flujo de aire purificado contiene un segundo contenido de ozono que es menor que el
40 primer contenido de ozono.

En la presente descripción se describen métodos, dispositivos y sistemas para purificar un suministro de aire del ozono y compuestos orgánicos volátiles. También se describen en la presente descripción métodos para producir
45 dispositivos catalizadores.

La presente solicitud describe un dispositivo catalizador que incluye una carcasa, un sustrato sólido dispuesto dentro de la carcasa y una capa de catalizador dispuesta sobre el sustrato. La capa de catalizador incluye un primer catalizador metálico base con un primer porcentaje de masa, un segundo catalizador metálico base con un segundo
50 porcentaje de masa y un material de soporte impregnado con al menos uno del primer catalizador metálico base o el segundo catalizador metálico base.

La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde la capa de catalizador es para eliminar uno o más de ozono, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido nitroso, aminos, compuestos de azufre, tioles, hidrocarburos clorados o compuestos orgánicos volátiles de un suministro de aire no purificado.
55

La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde el primer catalizador metálico base es óxido de cobre con un primer porcentaje en masa y el segundo catalizador metálico base es óxido de manganeso con un segundo porcentaje en masa. Por ejemplo, el primer catalizador metálico base puede ser óxido de cobre a un primer
60 porcentaje en masa entre 1 % y 30 %, entre 5 % y 15 %, o entre 8 % y 12 %. Como otro ejemplo, el segundo catalizador metálico base puede ser óxido de manganeso a un segundo porcentaje en masa entre 1 % y 30 %, entre 5 % y 15 %, o entre 8 y 12 %.

La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde el material de soporte es un soporte donador de oxígeno, que puede tener una superficie de al menos 50 m²/g, de al menos 100 m²/g, entre 50 m²/g a 5000 m²/g, o
65 entre 100 m²/g a 300 m²/g. El material de soporte puede tener un volumen de poro entre 0,1 cm³/g (cc/g) a 10 cm³/g

(cc/g), entre 0,3 cm³/g (cc/g) a 3 cm³/g (cc/g), o entre 0,3 cm³/g (cc/g) a 1,2 cm³/g (cc/g). El material de soporte puede ser o incluir un óxido refractario, y puede ser o incluir un material seleccionado del grupo que incluye ceria, alúmina, titania, sílice, circonia, carbonos, estructura orgánica de metal, arcilla, zeolitas y combinaciones de los mismos.

5 La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde la densidad de la capa de catalizador puede estar entre 183,07 g/m³ (0,003 g/pulg³) y 4759,85 g/m³ (0,078 g/pulg³), entre 915,36 g/m³ (0,015 g/pulg³) y 3783,47 g/m³ (0,062 g/pulg³), o entre 2379,92 g/m³ (0,039 g/pulg³) y 2868,12 g/m³ (0,047 g/pulg³). Un grosor de la capa de catalizador puede estar entre aproximadamente 10 nanómetros y aproximadamente 10 milímetros, entre 500 nanómetros y 1 milímetro, o entre 1 micrómetro y 500 micrómetros.

15 La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde el sustrato sólido es un filtro no tejido, un filtro de papel, un filtro cerámico o un filtro fibroso. La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde el sustrato sólido es un sustrato de espuma metálica, un sustrato de espuma cerámica o un sustrato de espuma de polímero. La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde el sustrato sólido es un sustrato metálico de colmena, un sustrato cerámico de colmena, un sustrato de colmena de papel o un sustrato de colmena de fibra cerámica. La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde el sustrato sólido es una superficie de un intercambiador de calor, un radiador, un núcleo de calentamiento o un condensador. La presente solicitud también describe un dispositivo, en donde el sustrato sólido es un conducto HVAC, un filtro de aire o una superficie de rejilla.

20 El dispositivo de catalizador se puede configurar para contactar el aire no purificado recibido con la capa de catalizador, en donde el ozono presente en el aire no purificado recibido se convierte en oxígeno al entrar en contacto con la capa de catalizador. El aire no purificado recibido puede tener un contenido inicial de ozono, y el aire purificado puede tener un contenido final de ozono que es menor que el contenido inicial de ozono. Por ejemplo, el contenido final de ozono del aire purificado puede ser inferior al 20 % del contenido inicial de ozono del aire no purificado recibido, o menos de aproximadamente el 10 % del contenido inicial de ozono del aire purificado recibido.

25 En un aspecto, un método para purificar una corriente de flujo de aire incluye poner en contacto una corriente de flujo de aire no purificado con una capa de catalizador para producir una corriente de flujo de aire purificado. La corriente de flujo de aire no purificado contiene un primer contenido de ozono, y la corriente de flujo de aire purificado contiene un segundo contenido de ozono que es menor que el primer contenido de ozono. La capa de catalizador incluye un primer catalizador metálico base, un segundo catalizador metálico base y un material de soporte.

30 La presente solicitud también describe un método, en donde la capa de catalizador está dispuesta sobre un sustrato sólido. El sustrato sólido puede ser un intercambiador de calor y puede ser parte de una unidad de ventilación de automóvil. La presente solicitud también describe un método, en donde el sustrato sólido es parte de un sistema de control ambiental de la aeronave. La presente solicitud también describe un método, en donde el sustrato sólido es parte de un sistema HVAC.

35 La presente solicitud también describe un método, en donde el sustrato sólido es un filtro no tejido, un filtro de papel, un filtro cerámico o un filtro fibroso. En otra implementación del método, el sustrato sólido es un sustrato de espuma metálica, un sustrato de espuma cerámica o un sustrato de espuma de polímero. La presente solicitud también describe un método, en donde el sustrato sólido es un sustrato de colmena metálico, un sustrato de colmena cerámica, un sustrato de colmena de papel o un sustrato de colmena de fibra cerámica. La presente solicitud también describe un método, en donde el sustrato sólido es una superficie de un intercambiador de calor, un radiador, un núcleo de calentamiento o un condensador. La presente solicitud también describe un método, en donde el sustrato sólido es un conducto HVAC, un filtro de aire o una superficie de rejilla.

40 La presente solicitud también describe un método, en donde el contacto de la corriente de flujo de aire no purificado con la capa de catalizador elimina al menos uno de dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido nitroso o un compuesto orgánico volátil de la corriente de flujo de aire no purificado para producir una corriente de flujo de aire purificado.

45 La presente solicitud también describe un método, en donde el primer catalizador metálico base es óxido de cobre con un primer porcentaje en masa y el segundo catalizador metálico base es óxido de manganeso con un segundo porcentaje en masa. Por ejemplo, el primer catalizador metálico base es óxido de cobre a un primer porcentaje en masa de entre 1 % y 30 %, entre 5 % y 15 %, o entre 8 % y 12 %. El segundo catalizador metálico base puede ser óxido de manganeso a un segundo porcentaje en masa entre 1 % y 30 %, entre 5 % y 15 %, o entre 8 % y 12 %.

50 La presente solicitud también describe un método, en donde el material de soporte es un soporte donador de oxígeno, que puede tener un área superficial de al menos aproximadamente 50 m²/g, de al menos aproximadamente 100 m²/g, de 50 m²/g a 5000 m²/g, o de 100 m²/g a 300 m²/g. El material de soporte puede tener un volumen de poro de 0,1 cm³/g (cc/g) a 10 cm³/g (cc/g), de 0,3 cm³/g (cc/g) a 3 cm³/g (cc/g), o de 0,3 cm³/g (cc/g) a 1,2 cm³/g (cc/g).

55

60

65

La presente solicitud también describe un método, en donde el material de soporte puede ser o incluir un óxido refractario, y puede ser o incluir un material seleccionado del grupo que consiste en ceria, alúmina, titania, sílice, circonia, carbonos, estructura orgánica de metal, arcilla, zeolitas y sus combinaciones.

5 La presente solicitud también describe un método, en donde la densidad de la capa de catalizador puede estar entre $183,07 \text{ g/m}^3$ ($0,003 \text{ g/pulg}^3$) y $4759,85 \text{ g/m}^3$ ($0,078 \text{ g/pulg}^3$), entre $915,36 \text{ g/m}^3$ ($0,015 \text{ g/pulg}^3$) y $3783,47 \text{ g/m}^3$ ($0,062 \text{ g/pulg}^3$), o entre $2379,92 \text{ g/m}^3$ ($0,039 \text{ g/pulg}^3$) y $2868,12 \text{ g/m}^3$ ($0,047 \text{ g/pulg}^3$). Un grosor de la capa de catalizador puede estar entre 10 nanómetros y 10 milímetros, entre aproximadamente 500 nanómetros y aproximadamente 1 milímetro, o entre 1 micrómetro y 500 micrómetros.

10 La presente solicitud también describe un método, en donde el segundo contenido de ozono de la corriente de flujo de aire purificado puede ser inferior a aproximadamente el 20 % del primer contenido de ozono de la corriente de flujo de aire no purificado, o puede ser inferior a aproximadamente el 10 % de la primera contenido de ozono de la corriente de flujo de aire purificado recibido.

15 La presente solicitud también describe un método, en donde la corriente de flujo de aire no purificado es una o más de una corriente de aire de purga de motor de avión, aire recirculado de cabina de aeronave, o una corriente de aire sin purga. La corriente de flujo de aire purificado puede ser aire que fluye hacia una cabina o cabina del piloto de un avión.

20 La presente solicitud también describe un método, en donde la corriente de flujo de aire no purificado puede ser aire que fluye hacia una unidad de ventilación de automóvil. La corriente de flujo de aire purificado puede ser aire que fluye desde una unidad de ventilación de automóvil hacia el interior de un automóvil.

25 La presente solicitud también describe un método, en donde la corriente de flujo de aire no purificado puede ser aire que fluye hacia un edificio desde el exterior del edificio, o puede ser aire recirculado desde el interior de un edificio que fluye hacia un sistema HVAC. La corriente de flujo de aire purificado puede ser aire que fluye hacia un edificio a través de un sistema HVAC.

30 La presente solicitud también describe un método, en donde la corriente de flujo de aire no purificado es aire que fluye hacia un purificador de aire portátil.

La presente solicitud también describe un método para producir un dispositivo catalizador que incluye producir o proporcionar una suspensión, en donde la suspensión incluye un primer catalizador metálico base, un segundo catalizador metálico base, un material de soporte y un material aglutinante. El método incluye además depositar la suspensión sobre una superficie de un sustrato sólido y calcinar la suspensión depositada para producir una capa de catalizador dispuesta sobre la superficie del sustrato sólido. El sustrato sólido se coloca en una cámara de purificación de aire, en donde el sustrato sólido está dispuesto de manera tal que cuando se introduce un flujo de aire en la cámara de purificación de aire, la capa de catalizador entra en contacto con el flujo de aire y convierte el ozono del flujo de aire en oxígeno.

35 El significado del término "atmósfera" se define en la presente descripción como la masa de aire que rodea la tierra. El término "aire ambiente" significará la atmósfera que es arrastrada o forzada hacia la superficie exterior de una composición o dispositivo como se describe en la presente descripción.

45 El término "automóvil" se refiere a cualquier máquina o vehículo motorizado con ruedas o sin ruedas para (i) transportar pasajeros o carga o (ii) realizar tareas como la construcción o la excavación en movimiento. Los vehículos pueden tener, por ejemplo, al menos 2 ruedas (por ejemplo, una motocicleta o scooter motorizado), al menos 3 ruedas (por ejemplo, un vehículo todo terreno), al menos 4 ruedas (por ejemplo, un automóvil de pasajeros), al menos 6 ruedas, al menos 8 ruedas, al menos 10 ruedas, al menos 12 ruedas, al menos 14 ruedas, al menos 16 ruedas o al menos 18 ruedas. El vehículo puede ser, por ejemplo, un autobús, un vehículo de basura, un camión de carga, un vehículo de construcción, un equipo pesado, un vehículo militar o un tractor. El vehículo también puede ser un tren, avión, embarcación, submarino o nave espacial.

50 El término "radiador" significa un aparato para efectuar el enfriamiento a un dispositivo asociado a través del intercambio de calor.

Los términos "corriente" o "flujo" se refieren ampliamente a cualquier combinación de gas que fluya que pueda contener materia sólida, líquida o gaseosa.

60 Los términos "aire no purificado" o "corriente de aire no purificado" se refieren a cualquier corriente que contenga uno o más contaminantes a una concentración o contenido en o por encima de un nivel que se considere que tiene efectos adversos para la salud humana (incluidos los efectos a corto y/o largo plazo). El aire no purificado puede incluir, entre otros, ozono, monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (VOC), bromuro de metilo, agua y nitrógeno.

65

Los términos "aire purificado" o "corriente de aire purificado" se refieren a cualquier corriente que contenga uno o más contaminantes a una concentración o contenido por debajo de un nivel que se considere que tiene efectos adversos en la salud humana (por ejemplo, efectivamente libre de contaminantes).

5 El término "soporte" se refiere al material subyacente de alta área superficial (por ejemplo, ceria, ceria/circonia, titanía, etc.) sobre el cual se transportan compuestos o elementos químicos adicionales.

10 El término "sustrato" se refiere al material monolítico sobre el cual se coloca el soporte. En algunas implementaciones, el sustrato puede estar en forma de una superficie sólida que tiene una capa de lavado que contiene una pluralidad de soportes que tienen especies catalíticas sobre el mismo. Se puede formar una capa de lavado preparando una suspensión que contenga un contenido de sólidos específico (por ejemplo, 30-50 % en peso) de soportes en un vehículo líquido, que luego se reviste sobre un sustrato y se seca para proporcionar una capa de lavado.

15 Breve descripción de los dibujos

Las características anteriores y otras de la presente descripción, su naturaleza y diversas ventajas se harán más evidentes al considerar la siguiente descripción detallada, junto con los dibujos adjuntos, en donde:

20 La Figura 1 representa una vista en sección transversal de una capa de catalizador depositada sobre un soporte sólido de acuerdo con una implementación;

25 La Figura 2 representa una ilustración de diagrama de bloques de un sistema de control ambiental de la aeronave ("ECS") de acuerdo con una implementación;

La figura 3A representa una vista en sección transversal lateral de un sistema de ventilación de automóvil de acuerdo con una implementación;

30 La Figura 3B representa una vista lateral en sección transversal de un conjunto de radiador-condensador de aire acondicionado de automóvil de acuerdo con una implementación;

La Figura 3C representa una vista en perspectiva parcial de un radiador con aletas recubiertas con una capa de catalizador de acuerdo con una implementación;

35 La Figura 4 muestra un sistema de calentamiento, ventilación y aire acondicionado ("HVAC") de acuerdo con una implementación;

40 La Figura 5 muestra un proceso ilustrativo para producir un dispositivo catalizador de acuerdo con una implementación;

La Figura 6 es un gráfico que representa la conversión de ozono para diversas composiciones; y
Las Figuras 7A-7C son gráficos que muestran los efectos de los ciclos de envejecimiento en diversas composiciones.

45 Descripción detallada

50 La presente descripción se refiere al uso de catalizadores solo de metal base para la conversión de ozono, hidrocarburos, monóxido de carbono y varios VOC en compuestos menos dañinos como oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua. En ciertas implementaciones, se muestra que un catalizador que incluye catalizadores de óxido de manganeso y óxido de cobre soportados sobre ceria convierte el ozono en oxígeno con mayores eficiencias que el catalizador metálico de paladio que incluye la funcionalidad de conversión de VOC sin incluir catalizador de platino.

55 En una implementación, la descripción se dirige al tratamiento del aire de purga del motor a reacción de un avión para un suministro de aire ECS. Para tratar el aire de purga de los motores a reacción de los aviones, los catalizadores de metales preciosos satisfacen las demandas de alto rendimiento (> 90 % de conversión a 1 000 000 hr⁻¹ SV y 200 C) y, por lo tanto, se han usado exclusivamente en convertidores catalíticos ECS. Los catalizadores actuales para el tratamiento del ozono de las aeronaves usan un soporte de catalizador de paladio/manganeso en un soporte de alúmina/sílice de alta superficie con la opción de agregar un catalizador de platino en un soporte de alta superficie para una funcionalidad adicional de conversión de VOC. Sin embargo, los niveles de metales preciosos en estos catalizadores son excepcionalmente altos: 6533,21 a 8828,67 g/m³ (185 a 250 g/pies³) de paladio y opcionalmente 3037,06 g/m³ (86 g/pies³) de platino. Con los estrictos requisitos de rendimiento exigidos para la conversión de ozono por las regulaciones de la FAA, los intentos de reducir el costo generalmente están limitados por los niveles de rendimiento de conversión de ozono.

65

Los catalizadores descritos en la presente descripción se pueden usar en otras aplicaciones que no sean el tratamiento de suministros de aire ECS de aeronaves. En una implementación, la descripción se dirige a un tratamiento de superficie de un dispositivo de intercambio de calor (por ejemplo, un radiador de automóvil) para que los contaminantes, como el ozono y los VOC, contenidos en el aire ambiente puedan convertirse fácilmente en compuestos menos dañinos.

El flujo de aire ambiental a través de un dispositivo de intercambio de calor, por ejemplo, puede tratarse de acuerdo con las implementaciones descritas en la presente descripción. En ciertos aspectos de la descripción, la superficie externa del dispositivo de intercambio de calor es capaz de convertir catalíticamente contaminantes en compuestos menos dañinos sin afectar negativamente la actividad de intercambio de calor del dispositivo. En otros aspectos de la descripción, el intercambiador de calor puede proporcionar una actividad catalítica aceptable que se mantiene durante la vida útil del dispositivo. En otros aspectos de la descripción, la actividad prevista puede obtenerse con una sola capa de material catalítico sobre el sustrato (por ejemplo, el intercambiador de calor).

Las diversas implementaciones se describen ahora con referencia a las siguientes Figuras y ejemplos. Antes de describir varias implementaciones ilustrativas, debe entenderse que la presente descripción no se limita a los detalles de construcción o pasos del proceso establecidos en la siguiente descripción. Se pueden practicar o llevar a cabo otras implementaciones de diversas maneras de acuerdo con los principios descritos.

La Figura 1 representa una vista en sección transversal de una capa de catalizador depositada sobre un soporte sólido de acuerdo con una implementación. Se forma un catalizador 100 colocando una capa de catalizador 102 sobre un sustrato 104, y puede incluir una capa adhesiva 108 que adhiere la capa de catalizador 102 al sustrato 104. La capa de catalizador 102 puede ser porosa y puede tener una superficie de alta área superficial 106 que contacta con un flujo de aire. La superficie de alta área superficial 106 facilita el flujo de aire turbulento en la vecindad de la capa de catalizador 102 para aumentar la cantidad de exposición de contaminantes dentro del flujo de aire a la capa de catalizador 102. La capa de catalizador 102 y la capa adhesiva 108 no se muestran a escala.

En ciertas implementaciones, la capa de catalizador 102 es un catalizador metálico base. Un ejemplo de catalizador metálico base para la conversión de ozono/VOC incluye aproximadamente 10 % de óxido de manganeso en masa y aproximadamente 10 % de óxido de cobre en masa soportado en óxido de cerio (CeO_2), que también se conoce como ceria. El catalizador metálico base se prepara, por ejemplo, generando una suspensión que tiene cantidades preestablecidas de sales de cobre y manganeso (por ejemplo, a base de acetato o nitrato) mezcladas con ceria HSA-20 y alúmina SBA-150 en una relación de 16:3. Después de la adición de un aglutinante de alúmina (Disperal P3), la suspensión se puede recubrir sobre un sustrato (por ejemplo, el sustrato 104) a aproximadamente $0,168 \text{ g/cm}^3$ ($2,75 \text{ g/pulg}^3$) y calcinarse a aproximadamente $500 \text{ }^\circ\text{C}$. La calcinación genera la capa final de catalizador, que contiene aproximadamente 8,33 % de óxido de manganeso y 8,33 % de óxido de cobre basado en sólidos totales.

En algunas implementaciones, una capa de catalizador puede incluir múltiples capas o "subcapas" de un material catalizador. Por consiguiente, debe entenderse que el término "capa de catalizador", cuando se refiere a un material catalizador que incluye diferentes componentes, puede referirse a los componentes distribuidos dentro de una sola capa o los componentes separados en diferentes capas. Por ejemplo, una capa de catalizador puede incluir una primera capa de catalizador de un primer catalizador metálico base (por ejemplo, óxido de manganeso) y una segunda capa de catalizador de un segundo catalizador metálico base (por ejemplo, óxido de cobre). La primera capa puede estar dispuesta sobre la segunda capa, o la segunda capa puede estar dispuesta sobre la primera capa.

En algunas implementaciones, puede haber una capa superior sobre el recubrimiento catalizador o una capa inferior entre el sustrato y la capa de catalizador 102. La capa inferior o la capa superior puede ser una capa protectora, una capa de adhesión (por ejemplo, la capa de adhesión 108) o una capa de catalizador adicional. La capa de adhesión 108, por ejemplo, puede ser un material de látex o un material acrílico. En ciertas implementaciones, la capa de catalizador 102 se adhiere directamente al sustrato 104 sin el uso de la capa de adhesión 108. La capa protectora puede contener una sustancia protectora que es estable a temperaturas elevadas (por ejemplo, hasta $120 \text{ }^\circ\text{C}$) y puede ser resistente a productos químicos, sales, suciedad y otros contaminantes que pueden afectar negativamente a la composición del catalizador. El material protector puede ser, por ejemplo, un material plástico o polimérico tal como polietileno, polipropileno, politetrafluoroetileno, estireno acrílico o una combinación de los mismos.

La capa de catalizador 102 puede tener una dispersión de catalizador, por ejemplo, de 50 % a 95 % o de 60 % a 80 % de dominios de cristalita de óxido de manganeso y/o óxido de cobre con dimensiones de menos de 30 nm usando la dimensión cristalina primaria de dominios dentro de la estructura de soporte de alta área superficial basada en microscopía electrónica de transmisión.

En otras implementaciones, la capa 102 de catalizador puede tener una dispersión de catalizador, por ejemplo, de 50 % a 95 % o de 60 % a 80 % de dominios de cristalita de óxido de manganeso y/o óxido de cobre con dimensiones de menos de 15 nm usando la dimensión cristalina primaria de los dominios dentro de la estructura de soporte de alta área superficial basada en microscopía electrónica de transmisión.

- 5 En ciertas implementaciones, la capa 102 de catalizador es una mezcla física de partículas de catalizadores de óxido metálico y partículas de soporte de área superficial alta tales que los dominios separados de óxido de metal y soporte pueden funcionar independientemente como catalizador y protección contra el envejecimiento, respectivamente.
- 10 En ciertas implementaciones, la capa de catalizador 102 es una aleación de catalizadores de óxido metálico y un soporte de área de superficie alta de manera que la función de cada material es inseparable del otro.
- 15 En ciertas implementaciones, el catalizador 100 es una partícula de soporte de área superficial alta que está en contacto con la superficie dentro de la estructura de poros y/o externamente con dominios pequeños (<100 nm) de catalizadores de óxido de metal de modo que los dominios separados de óxido de metal pueden funcionar independientemente como catalizador y reciben protección contra mecanismos de envejecimiento dentro del material de soporte.
- 20 En ciertas implementaciones, el catalizador 100 es una partícula de soporte de área de superficie alta que está recubierta externamente con una estructura de carcasa porosa de material de catalizador de óxido de metal de manera tal que la función de catalizador del óxido metálico es externa al soporte que proporciona un área de superficie alta interior a la partícula compuesta.
- 25 En ciertas implementaciones, el catalizador 100 es un soporte de área superficial alta que abarca una partícula de óxido metálico en una capa de recubrimiento de modo que el catalizador de óxido metálico está completamente rodeado por un material de soporte protector de área superficial alta.
- 30 En ciertas implementaciones, la capa de catalizador 102 tiene una conductividad térmica relativamente alta mientras que mantiene la eficiencia de destrucción de contaminantes. En un aspecto de la descripción, los materiales de alta conductividad térmica (por ejemplo, en forma de partículas) pueden mezclarse en el recubrimiento para proporcionar o mejorar la propiedad de conductividad térmica del recubrimiento sin impactar significativamente en la difusión a través del recubrimiento. Ejemplos no limitativos de tales materiales incluyen metales tales como aluminio, grafito, carburo de silicio y zafiro. El material puede estar en forma de partículas (por ejemplo, escamas). El tamaño de partícula puede ser de cualquier tamaño adecuado. En una implementación, las partículas están en el orden del tamaño del catalizador y/o no más del grosor deseado del recubrimiento. Por ejemplo, las partículas pueden tener un tamaño medio de 1 micra a 30 micras, o de 1 micra a 10 micras. Los materiales (por ejemplo, partículas) pueden estar incluidos en el recubrimiento en una cantidad de 1 % a 50 % en peso del recubrimiento total.
- 35 La Figura 2 muestra un ejemplo de sistema de control ambiental de la aeronave ("ECS"), para ilustrar el uso del dispositivo catalizador de la invención. El ECS 200 incluye una cámara de catalizador 204, un intercambiador de calor 208 y un sistema de aire acondicionado 212. El ECS 200 recibe aire, como el aire de purga 202 del motor de la aeronave. El aire de purga 202 puede ser aire comprimido recibido por la cámara de catalizador 204. En algunas implementaciones, la cámara de catalizador 204 puede recibir aire que no sea de purga en lugar del aire de purga 202 o simultáneamente con el aire de purga 202. La cámara de catalizador 204 sirve como carcasa para una capa de catalizador dispuesta dentro, y puede ubicarse, por ejemplo, en una porción inferior de la aeronave entre una toma de aire para el aire de purga 202 y el intercambiador de calor 208. Las paredes interiores de la cámara de catalizador pueden estar revestidas con un material de catalizador metálico base (por ejemplo, la capa de catalizador 102 descrita con respecto a la Figura 1), de manera tal que cuando un flujo de aire en la cámara de catalizador 204 contacte el material catalizador, contaminantes, tales como ozono y compuestos orgánicos volátiles, se eliminan o conviertan. Por ejemplo, un catalizador metálico base capaz de convertir ozono en oxígeno, como se describe en la presente descripción, puede revestir las paredes interiores de la cámara de catalizador 204.
- 40
- 45
- 50 En algunas implementaciones, el interior de la cámara de catalizador 204 puede incluir una trayectoria de flujo de aire de flujo tortuoso para promover la mezcla del aire dentro de la cámara de catalizador 204 y aumentar la cantidad de exposición de los contaminantes transportados por el aire al material catalizador. En algunas implementaciones, la unidad de pre enfriamiento también puede incluirse y ubicarse aguas arriba en relación con la cámara de catalizador 204. La unidad de pre enfriamiento puede reducir la temperatura del aire que ingresa a la cámara de catalizador 204 antes de la conversión o eliminación de ozono y otros contaminantes.
- 55
- 60 El intercambiador de calor 208 recibe aire purificado 206, donde el aire purificado se enfría hasta o cerca de la temperatura ambiente. El aire tras el intercambio de calor 210 es recibido por el sistema de aire acondicionado 212, que regula la temperatura del aire para entregar aire listo para la cabina 214 en la cabina de la aeronave. En algunas implementaciones, el sistema de aire acondicionado 212 también regula la humedad del aire preparado para la cabina al incluir una unidad de extracción de agua. En algunas implementaciones, el aire recirculado 216 de la cabina fluye desde la cabina y vuelve a la cámara 204 del catalizador.
- 65 En algunas implementaciones, las paredes interiores de varios pasillos están recubiertas con el material catalizador, así como los interiores del intercambiador de calor 208 y el sistema de aire acondicionado 212. En algunas implementaciones, uno o más del intercambiador de calor 208 y el sistema de aire acondicionado 212 pueden consolidarse en la cámara de catalizador 204.

En algunas implementaciones, se incorpora un dispositivo catalizador en un sistema de amortiguación del tanque de combustible de la aeronave (FTIS). El aire no purificado recibido por el dispositivo catalizador puede ser uno o más de aire de cabina de avión recirculado, aire purga del motor a reacción del avión o aire no purgado. Se puede dirigir el aire purificado para que fluya hacia un componente de separación de aire del FTIS o una ampolla del tanque de combustible.

La Figura 3A representa una vista en sección transversal lateral de un sistema de ventilación de automóvil de acuerdo con una implementación, para ilustrar el uso del dispositivo catalizador de la invención. Un bastidor de automóvil 301 soporta una rejilla 302 para la entrada de aire, que se encuentra en un extremo delantero del automóvil. El bastidor 301 también soporta una entrada de aire 304 para suministrar aire al interior del automóvil. El aire ambiente no purificado 306 es recibido por una unidad de ventilación de aire 308 a través de la entrada de aire 304, y pasa a una unidad de filtro 310. La unidad de filtro 310 puede incluir filtros de aire para eliminar detalles del aire ambiente 306, y también puede servir como carcasa del dispositivo catalizador. Por ejemplo, las paredes interiores de la unidad de filtro 310 pueden recubrirse con una capa de catalizador metálico base (por ejemplo, la capa de catalizador 102 descrita con respecto a la Figura 1) para eliminar contaminantes, tales como ozono y compuestos orgánicos volátiles. Porciones de los componentes de filtración dentro de la unidad de filtro 310 también pueden recubrirse con una capa de catalizador metálico base.

El aire purificado pasa a través de una salida 312 y hacia el interior del automóvil a través de una ventilación frontal 316, una ventilación anti vaho 318 y una ventilación para pozos 314. En algunas implementaciones, las paredes interiores de la salida de aire 312 y cada uno de los respiraderos 314, 316 y 318 pueden estar recubiertos con un catalizador metálico base para purificar aún más de contaminantes el aire entregado al automóvil.

La Figura 3B representa una vista lateral en sección transversal de un conjunto de radiador-condensador de aire acondicionado de automóvil de acuerdo con una implementación, para ilustrar el uso del dispositivo catalizador de la invención. El automóvil incluye un bastidor 352, que puede ser el mismo que el bastidor 301 descrito con respecto a la Figura 3A. Un extremo delantero del automóvil tiene una rejilla 350, que puede ser la misma que la rejilla 302 descrita con respecto a la Figura 3A, y que está soportada en la parte delantera del bastidor 352. Un condensador de aire acondicionado 354, un radiador 356 y un ventilador de radiador 358 pueden estar ubicados dentro del bastidor 352. Uno o más de estos componentes pueden recubrirse con las capas de catalizador metálico base descritas en la presente descripción.

La Figura 3C representa una vista en perspectiva parcial de un radiador con aletas recubiertas con una capa de catalizador de acuerdo con una implementación, para ilustrar el uso del dispositivo catalizador de la invención. Un radiador 370 (que puede ser el mismo que el radiador 356 descrito con respecto a la Figura 3B) puede incluir tubos separados 372 para el flujo de un primer fluido. Los tubos están dispuestos horizontalmente a través del radiador 370, y una serie de placas corrugadas 374 se insertan entre ellos definiendo una ruta 376 para el flujo de un segundo fluido transversal al flujo del primer fluido. El primer fluido, como el anticongelante, se suministra desde una fuente a los tubos 372 a través de una entrada 378. El anticongelante ingresa al radiador 370 a una temperatura relativamente baja a través de la entrada 378, finalmente sale del radiador a través de una salida 380 y puede recircularse. El segundo fluido puede ser aire ambiente que pasa a través de la vía 376 e intercambia calor con el primer fluido que pasa a través de los tubos 372. Las placas corrugadas 374 pueden estar recubiertas con capas de catalizador metálico base (por ejemplo, la capa de catalizador 102 descrita con respecto a la Figura 1) para convertir o eliminar contaminantes, tales como ozono y compuestos orgánicos volátiles, del aire ambiente. En ciertas implementaciones, el radiador está provisto de proyecciones 382 (por ejemplo, aletas), que son superficies sin intercambio de calor dirigidas a lo largo de la trayectoria del flujo de aire. Las proyecciones 382 pueden recubrirse con capas de catalizador metálico base como se describe en la presente descripción.

La Figura 4 representa un sistema de calentamiento, ventilación y aire acondicionado ("HVAC") de acuerdo con una implementación, para ilustrar el uso del dispositivo catalizador de la invención. El sistema HVAC 400 puede estar, por ejemplo, ubicado dentro del interior de un edificio residencial, un edificio de oficinas o cualquier otra estructura cerrada para la que se utiliza la ventilación. El sistema HVAC 400 puede ser parte de una casa y puede estar parcialmente ubicado en un sótano o espacio de acceso de la casa, con conductos dispuestos para proporcionar ventilación a cada habitación de la casa.

El aire ambiente 402 ingresa al sistema HVAC 400 a través del filtro de entrada 404. El filtro de entrada 404 puede ser un filtro de aire para filtrar el aire a medida que ingresa, o puede ser una pantalla usada para evitar que las plagas (por ejemplo, insectos y animales) ingresen al sistema HVAC 400. Se pueden utilizar uno o más ventiladores 414 para producir una presión negativa dentro del sistema HVAC 400 que aspira el aire ambiente 402. El aire recirculado 408 desde el interior del edificio también ingresa al sistema HVAC 400. El sistema HVAC 400 también incluye una ventilación 422 para permitir que el aire fluya fuera del sistema HVAC 400 en caso de sobrepresión.

El aire recirculado 408 y el aire ambiente 402 se mezclan en la cámara de mezcla 406, que luego pasa a través de varios componentes del HVAC antes de ingresar a la casa a través de las ventilaciones 410. El aire mezclado puede pasar primero a través de un filtro de aire primario 412, que puede ser un filtro de aire de partículas de alta eficiencia

(HEPA). El ventilador 414 fuerza el aire a través del filtro de aire 412, y luego lo pasa a una unidad de calentamiento/refrigeración 416 que intercambia calor con el aire que pasa. La unidad de calentamiento/refrigeración 416 puede incluir fuentes de alimentación y conectividad eléctrica a un termostato ubicado dentro del edificio. Los componentes adicionales usados por la unidad de calentamiento/refrigeración 416 pueden incluir, por ejemplo, un humidificador y/o una bandeja de goteo para capturar y canalizar el agua condensada. El sistema HVAC 400 también puede incluir un filtro de aire adicional 418 antes de suministrar aire a través de los respiraderos 410.

En algunas implementaciones, el sistema HVAC 400, o los componentes del mismo, pueden actuar como una carcasa del dispositivo catalizador al incluir capas de catalizador metálico base, depositadas sobre varias superficies para convertir o eliminar ozono, compuestos orgánicos volátiles y otros contaminantes del aire ambiental antes para ventilar el edificio. Por ejemplo, los catalizadores de metal base pueden recubrir las paredes interiores 420 de la cámara de mezcla 406, o cualquier otra pared dentro del sistema HVAC 400. En algunas implementaciones, los filtros 404, 412 y 418 pueden incluir capas de catalizador a lo largo de sus superficies de modo que el aire pueda pasar mientras contacta simultáneamente con las capas de catalizador. En algunas implementaciones, las aspas del ventilador 414 pueden estar recubiertas con una capa de catalizador.

La Figura 5 muestra un proceso ilustrativo para producir un dispositivo catalizador usado en el método de la presente invención. El proceso comienza en el bloque 502, donde se produce o proporciona una suspensión. La suspensión incluye un primer catalizador metálico base, un segundo catalizador metálico base, un material de soporte y un material aglutinante.

En algunas implementaciones, el soporte es un soporte donador de oxígeno. Como se usa en la presente descripción, el término "donador de oxígeno" se refiere a un material que puede donar oxígeno a la superficie adyacente de un material catalizador. El soporte donador de oxígeno y los catalizadores metálicos base se pueden preparar en mezclas de fase sólida a través de procesos de química húmeda, tales como impregnación de humedad incipiente, coprecipitación, impregnación posterior a la inmersión, precipitación por deposición, recipiente simple u otros procesos. Estos elementos también se pueden agregar junto con componentes activos de metal base durante la preparación del catalizador sin el uso de los óxidos preformados como soportes.

En algunas implementaciones, el material de soporte para el primer catalizador metálico base puede estar compuesto por uno o más materiales que se seleccionan entre ceria, praseodimia, neodimia, lantana, itria, titanía, circonia y sus combinaciones. Los ejemplos de soportes donadores de oxígeno adecuados comprenden los óxidos de tierras raras, particularmente ceria. El soporte donador de oxígeno puede incluir óxido de cerio (CeO_2) en una forma que exhibe propiedades de donación de oxígeno.

En algunas implementaciones, el soporte donador de oxígeno contiene otros elementos/componentes para mejorar la capacidad de reducirse del soporte y/o estabilizar el soporte contra la pérdida del área superficial y la integridad de la estructura en condiciones de envejecimiento hidrotérmico a alta temperatura. Tales componentes pueden incluir Pr, Nd, Sm, Zr, Y, Si, Ti y La, que pueden estar presentes en una cantidad de hasta aproximadamente 60 % en peso. Por lo tanto, en implementaciones adicionales, la ceria se puede dopar con hasta aproximadamente un 90 % en peso de uno o más óxidos de Pr, Nd, Sm, Zr, Y y La. En implementaciones adicionales, la ceria se dopa con uno o más óxidos de estos elementos en una cantidad menor o igual a aproximadamente 60 % en peso, o de 1 a 50 % en peso. En una implementación, el soporte donador de oxígeno está sustancialmente libre de óxidos de aluminio. En una o más implementaciones, el soporte comprende una mezcla de ceria y circonia, y la proporción de Ce/Zr no es inferior a 4:1.

En algunas implementaciones, el primer catalizador metálico base está soportado sobre un material de soporte donador de oxígeno que está sustancialmente libre de alúmina. El material de soporte donador de oxígeno puede incluir uno o más ceria (CeO_2), praseodimia (Pr_2O_3), neodimia (Nd_2O_3), lantana (LaO_2), itria (YtO_2), titanía (TiO_2) y sus combinaciones. El material de soporte donador de oxígeno también puede incluir mezclas de estos con otros materiales de óxido tales como con circonia (ZrO_2). Por lo tanto, el soporte donador de oxígeno puede incluir óxidos compuestos u óxidos mezclados de dos o más de los mismos (tales como el óxido mixto CeZrO_2 y el óxido mixto TiZrO_2).

El material de soporte donador de oxígeno también puede estabilizarse. Los estabilizadores pueden seleccionarse de circonio (Zr), lantano (La), itrio (Yt), praseodimio (Pr), neodimio (Nd) y óxidos de los mismos, un óxidos compuestos u óxidos mixtos de dos o más de los mismos o al menos un metal alcalinotérreo (por ejemplo, bario (Ba)).

En algunas implementaciones, el soporte donador de oxígeno comprende una mezcla de ceria y circonia. Sin pretender limitarse a la teoría, se cree que la circonia ayuda al envejecimiento a largo plazo al preservar la estabilidad del catalizador. Además, la circonia ofrece una alternativa menos costosa a la ceria.

Se ha observado que la actividad del catalizador es proporcional a la relación Ce/Zr. Aunque, cualquier proporción de Ce/Zr es posible, a medida que disminuye la cantidad de ceria (es decir, cuanto mayor es el contenido de circonia), menor es la actividad del catalizador. En algunas implementaciones, la proporción de Ce/Zr es no menos

de 4:1. En otras palabras, el soporte donador de oxígeno puede comprender 80 % de ceria y 20 % de circonia, 75 % de ceria y 25 % de circonia, 70 % de ceria y 30 % de circonia, 65 % de ceria y 35 % de circonia, 60 % de ceria y 40 % de circonia, 65 % de ceria y 45 % de circonia, 50 % de ceria y 50 % de circonia, 40 % de ceria y 60 % de circonia, 30 % de ceria y 70 % de circonia, 20 % de ceria y 80 % de circonia, 10 % de ceria y 90 % de circonia, 0 % ceria y 100 % circonia. En una implementación, el soporte donador de oxígeno comprende una cantidad equivalente de ceria y circonia.

En una o más implementaciones, el soporte donador de oxígeno incluye al menos un 50 % en peso de ceria. En una implementación específica, el soporte donador de oxígeno incluye al menos el 99 % en peso de ceria.

En algunas implementaciones, el catalizador se prepara por impregnación de humedad incipiente. Con una impregnación de humedad incipiente, se dispensa una solución de precursores de catalizador metálico base en un lecho de polvo bien mezclado que contiene el soporte donador de oxígeno (por ejemplo, ceria, ceria/circonia o titania). Luego, el polvo se calcina a aproximadamente 500 °C después de que se agrega el primer catalizador metálico base, seguido secuencialmente por la dispensación y calcinación de al menos un segundo catalizador metálico base. Alternativamente, una solución que contiene juntos a ambos precursores de catalizador metálico base se puede dispensar en el lecho de polvo bien mezclado que contiene el soporte.

En una implementación, cuando está presente más de un catalizador metálico base, uno de los catalizadores de metal base puede actuar como un promotor de metal base. Como se usa en la presente descripción, el término "promotor" se refiere a una sustancia que cuando se agrega a un catalizador, aumenta la actividad del catalizador.

En implementaciones relacionadas con formulaciones de metal base soportadas, se pueden usar soportes prefabricados para la impregnación de la solución de metal base activo o combinación de metales base. El catalizador resultante se puede mezclar luego con un aglutinante adecuado. Los ejemplos de un aglutinante adecuado incluyen sol de alúmina, boehmita, sol de sílice, sol de titania, acetato de circonio y sol de ceria coloidal. Alternativamente, el catalizador resultante puede calcinarse primero, y luego mezclarse con aglutinante para hacer una suspensión adecuada para recubrir sobre un sustrato. En una implementación, el primer catalizador metálico base depositado en el soporte donador de oxígeno puede mezclarse con otros catalizadores metálicos base depositados en otro soporte para hacer una suspensión para recubrir el sustrato.

Para una síntesis en un solo recipiente, el soporte, los precursores del catalizador metálico base, el aglutinante y cualquier material inerte (por ejemplo, agregado para aumentar la porosidad de la capa de lavado) se pueden mezclar para formar una suspensión.

En algunas implementaciones, se agrega lentamente una solución precursora de metal base (por ejemplo, nitrato de Cu y Mn) a una suspensión de material de soporte, mientras que el pH se regula (controla y ajusta) para mantener el pH entre 8 y 10 mediante la adición de una base. El pH se ajusta de modo que se produzca la deposición del metal base sobre y encima la superficie del material de soporte. El material resultante se puede usar para hacer una suspensión.

Volviendo a la Figura 5, en el bloque 504, la suspensión se deposita sobre una superficie de un sustrato sólido (por ejemplo, el sustrato 104). La suspensión puede, por ejemplo, pulverizarse sobre el sustrato sólido, recubrirse por inmersión sobre el sustrato sólido o depositarse directamente sobre el sustrato sólido.

En el bloque 506, la suspensión depositada se calcina para producir una capa de catalizador (por ejemplo, la capa de catalizador 102) dispuesta en la superficie del sustrato sólido. En algunas implementaciones, la suspensión revestida se seca a aproximadamente 120 °C durante aproximadamente 2 horas y se calcina a una temperatura que varía de 300 °C a 1000 °C. En algunas implementaciones, la suspensión se calcina a una temperatura que oscila entre 400 y 950 °C. En algunas implementaciones, el catalizador se calcina a una temperatura que oscila entre 450 °C y 500 °C.

En algunas implementaciones, un sustrato se recubre previamente con la suspensión que contiene ese catalizador, soporte, aglutinante y otros materiales inertes (por ejemplo, alúmina añadida para la porosidad). Después del secado y la calcinación, los núcleos de sustrato recubiertos se sumergen en una solución que contiene los precursores de catalizador metálico base. Los núcleos completos se secan y calcinan a 500 °C para producir la capa final de catalizador.

En el bloque 508, el sustrato sólido se coloca en una cámara de purificación de aire, como cualquiera de las cámaras descritas aquí. El sustrato sólido se dispone de tal manera que cuando se introduce un flujo de aire en la cámara de purificación de aire, la capa de catalizador entra en contacto con el flujo de aire y convierte el ozono en el flujo de aire en oxígeno. En ciertas implementaciones, otros contaminantes en el flujo de aire pueden convertirse en especies químicas inofensivas o menos dañinas al entrar en contacto con la capa de catalizador.

En el bloque 510, una corriente de flujo de aire no purificado se pone en contacto con la capa de catalizador para producir una corriente de flujo de aire purificado. El bloque 510 puede realizarse aguas abajo, por ejemplo, por un

usuario del dispositivo catalizador, y no necesariamente como parte del proceso de producción descrito en los bloques 502, 504, 506 y 508.

5 Debe entenderse que los pasos anteriores de los diagramas de flujo de la Figura 5 pueden ejecutarse o realizarse sustancialmente simultáneamente, cuando sea apropiado.

La Figura 6 es un gráfico que representa la conversión de ozono para diversas composiciones. El diagrama 600 muestra una comparación de conversión de ozono de un catalizador metálico base (cobre y manganeso) a catalizadores a base de paladio/manganeso actualmente usados en los sistemas de control ambiental de aviones. En cada temperatura de prueba, 100 °C, 150 °C y 200 °C, respectivamente, el catalizador de cobre/manganeso/ceria parece superar a los catalizadores de platino/manganeso/alúmina y platino/manganeso/sílice en términos de conversión de ozono. Mientras que el catalizador de cobre/manganeso se carga en el soporte cerámico a 0,168 g/cm³ (2,75 g/pulg³) y el catalizador de Pd/Mn está a 0,065 g/cm³ (1,06 g/pulg³), una alta densidad de ceria en relación con la alúmina/sílice dará como resultado un recubrimiento de espesor similar. El espesor del recubrimiento es de particular interés debido a las restricciones de caída de presión en los sistemas de conversión de ozono/VOC en los sistemas de control ambiental de aeronaves. Por lo tanto, es probable que la mayor densidad de material (y mayor área de superficie) del catalizador metálico base pueda contribuir a un mayor rendimiento sobre los catalizadores convencionales de metales preciosos.

20 Las Figuras 7A-7C son gráficos que muestran los efectos de los ciclos de envejecimiento en diversas composiciones. El fluido hidráulico, por ejemplo, es un contaminante conocido en los sistemas de aire de purga de la aeronave que puede estar expuesto al catalizador de ozono/VOC de la aeronave. El trabajo previo con convertidores envejecidos de ozono/VOC de aviones en el campo, ha indicado que la carga de fósforo es un posible veneno para disminuir las eficiencias de conversión de ozono de los catalizadores Pd/Mn convencionales envejecidos. Se usó un fluido hidráulico a base de éster de fosfato para exponer rápidamente el catalizador a altas concentraciones de fósforo en un intento de envejecer artificialmente las muestras de catalizador. Las Figuras 7A-7C demuestran la eficiencia de conversión de ozono después de la exposición a condiciones de envejecimiento artificial de un catalizador metálico base ejemplar (Cu/Mn en ceria) en relación con un catalizador de Pd/Mn. A cada temperatura de prueba, concretamente 200 °C, 150 °C y 100 °C, el catalizador de Cu/Mn supera al catalizador de Pd/Mn y mantiene una alta conversión con los ciclos de envejecimiento posteriores.

Ejemplos

35 Los siguientes ejemplos se exponen para ayudar a comprender las implementaciones descritas en la presente descripción y no deben interpretarse como limitantes específicos de las implementaciones descritas y reivindicadas en la presente descripción. Los siguientes ejemplos se refieren a la preparación de los catalizadores usados en la presente invención.

Ejemplo 1

40 Las sales de nitrato de manganeso y cobre se mezclaron con agua para formar una solución para la impregnación de óxido de cerio por humedad incipiente. El óxido de cerio se impregnó con la solución y luego se secó durante dos horas a 110 °C y se calcinó a 500 °C durante tres horas. Las cargas de manganeso y cobre en el catalizador impregnado son equivalentes a 10 % en peso de MnO₂ y 10 % en peso de CuO en ceria. La muestra impregnada se mezcló luego con agua, un aglutinante de sol de alúmina (5 % en peso) y alúmina (15 %) para formar una suspensión que contenía aproximadamente 42 % en peso de sólidos. El pH de la suspensión se ajustó a 4,0 con ácido nítrico. La suspensión se molió luego a un tamaño de partícula adecuado para el recubrimiento por inmersión. Una capa de catalizador se preparó entonces mediante recubrimiento por inmersión de la suspensión sobre un sustrato de cordierita con una densidad celular de 400 cpsi (62 células/cm²). Después del recubrimiento por inmersión, la capa de catalizador se secó a 120 °C durante 2 horas y se calcinó a 500 °C durante 2 horas. La carga de la capa de catalizador fue de 0,168 g/cm³ (2,75 g/pulg³).

Ejemplo 2

55 Las sales de nitrato de manganeso y cobre se mezclaron con agua para formar una solución para la impregnación de óxido de cerio por humedad incipiente. El óxido de cerio se impregnó con la solución y luego se secó durante dos horas a 110 °C y se calcinó a 500 °C durante tres horas. Las cargas de manganeso y cobre en el catalizador impregnado fueron equivalentes a 5 % en peso de MnO₂ y 10 % en peso de CuO en ceria. La muestra impregnada se mezcló luego con agua y un aglutinante de sol de alúmina (5 % en peso) para formar una suspensión que contenía aproximadamente 42 % en peso de sólidos. El pH de la suspensión se ajustó a 4,5 con ácido nítrico. La suspensión se molió luego a un tamaño de partículas adecuado para el recubrimiento por inmersión. Luego se preparó una capa de catalizador mediante recubrimiento por inmersión de la suspensión sobre un sustrato de cordierita con una densidad celular de 400 cpsi. Después del recubrimiento por inmersión, la capa de catalizador se secó a 120 °C durante 2 horas y se calcinó a 500 °C durante 2 horas. La carga de la capa de catalizador fue de 0,104 g/cm³ (1,70 g/pulg³).

Ejemplo 3

La capa de catalizador en este ejemplo se preparó siguiendo el mismo procedimiento descrito para el Ejemplo 2, excepto que el soporte usado era un material de ceria-circonia que contenía 80 % en peso de ceria.

5

Ejemplo 4

La capa de catalizador en este ejemplo se preparó siguiendo el mismo procedimiento descrito para el Ejemplo 2, excepto que el soporte usado era un material de ceria-circonia que contenía 45 % en peso de ceria.

10

El catalizador monolítico en este ejemplo se preparó siguiendo el mismo procedimiento descrito para el Ejemplo 2, excepto que el soporte usado era un material de ceria-circonia que contenía 12,5 % en peso de ceria.

Ejemplo 6

15

El catalizador monolítico en este ejemplo se preparó siguiendo el mismo procedimiento descrito para el Ejemplo 2, excepto que el soporte usado fue titania.

Ejemplo 7

20

El catalizador monolítico en este ejemplo se preparó siguiendo el mismo procedimiento descrito para el Ejemplo 2, excepto que la carga de la capa de catalizador fue de 0,168 g/cm³ (2,75 g/pulg³).

Ejemplo 8

25

Las sales de nitrato de manganeso y cobre se mezclaron con agua para formar una solución. Esta solución se añadió a una suspensión de óxido de cerio mantenida a 80 °C. Durante la adición, el pH de la suspensión se mantuvo entre 8 y 10 con una solución de hidróxido de sodio. El polvo resultante se filtró, se lavó con agua, se secó durante dos horas a 110 °C y luego se calcinó durante tres horas a 500 °C. Las cargas de manganeso y cobre fueron equivalentes a 5 % en peso de MnO₂ y 10 % en peso de CuO en ceria. La muestra se mezcló luego con agua y un aglutinante de sol de alúmina (5 % en peso) para formar una suspensión que contenía aproximadamente 42 % en peso de sólidos. El pH de la suspensión se ajustó a 4,5 con ácido nítrico. La suspensión se molió luego a un tamaño de partículas adecuado para el recubrimiento por inmersión. Luego se preparó una capa de catalizador mediante recubrimiento por inmersión de la suspensión sobre un sustrato de cordierita con una densidad celular de 400 cpsi. Después del recubrimiento por inmersión, la capa de catalizador se secó a 120 °C durante 2 horas y se calcinó.

30

35

Ejemplo 11

40

El catalizador monolítico en el ejemplo se preparó siguiendo el mismo procedimiento descrito para el Ejemplo 2, excepto que la carga de cobre en el catalizador impregnado fue equivalente al 20 % en peso de CuO.

REIVINDICACIONES

1. Uso de un dispositivo catalizador únicamente de base metálica para purificar un suministro de aire de ozono y compuestos orgánicos volátiles, el dispositivo catalizador únicamente de base metálica que comprende:
- 5
- (a) una carcasa;
- (b) un sustrato sólido dispuesto dentro de la carcasa;
- (c) una capa de catalizador dispuesta sobre el sustrato sólido, en donde la capa de catalizador comprende:
- 10
- (i) un primer catalizador metálico base que es óxido de cobre a un primer porcentaje en masa;
- (ii) un segundo catalizador metálico base que es óxido de manganeso a un segundo porcentaje en masa; y
- 15
- (iii) un material de soporte donador de oxígeno que comprende un óxido de metal de tierras raras impregnado con al menos uno del primer catalizador metálico base o el segundo catalizador metálico base.
2. El uso del dispositivo catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer porcentaje en masa del primer catalizador metálico base está entre 1 % en peso y 30 % en peso, preferentemente entre 5 % en peso y 15 % en peso, y con mayor preferencia entre 8 % en peso y 12 % en peso, basado en el material de soporte donador de oxígeno.
- 20
3. El uso del dispositivo catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el segundo porcentaje en masa del segundo catalizador metálico base está entre 1 % en peso y 30 % en peso, preferentemente entre 5 % en peso y 15 % en peso, y con mayor preferencia entre 8 % en peso y 12 % en peso %, basado en el material de soporte donador de oxígeno.
- 25
4. El uso del dispositivo catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material de soporte donador de oxígeno tiene un área superficial de al menos 50 m²/g, preferentemente al menos 100 m²/g, con mayor preferencia de 50 m²/g a 5000 m²/g, y con la máxima preferencia de 100 m²/g a 300 m²/g.
- 30
5. El uso del dispositivo catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material de soporte tiene un volumen de poro de 0,1 cm³/g a 10 cm³/g, preferentemente de 0,3 cm³/g a 3 cm³/g, con mayor preferencia de 0,3 cm³/g a 1,2 cm³/g.
- 35
6. El uso del dispositivo catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material de soporte donador de oxígeno comprende ceria.
7. Un método para purificar una corriente de flujo de aire, el método que comprende:
- 40
- poner en contacto una corriente de flujo de aire no purificado con la capa de catalizador del dispositivo catalizador únicamente de base metálica de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6 para producir una corriente de flujo de aire purificado, en donde:
- 45
- la corriente de flujo de aire no purificado contiene un primer contenido de ozono, la corriente de flujo de aire purificado contiene un segundo contenido de ozono que es menor que el primer contenido de ozono.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el sustrato sólido es un filtro no tejido, un filtro de papel, un filtro cerámico o un filtro fibroso, un sustrato de espuma metálica, un sustrato de espuma cerámica, o un sustrato de espuma de polímero, un sustrato metálico en forma de panal, un sustrato cerámico en forma de panal, un sustrato de papel en forma de panal o un sustrato de fibra cerámica en forma de panal, una superficie de un intercambiador de calor, un radiador, un núcleo de calentamiento o un condensador, un conducto de HVAC, un filtro de aire o una superficie de rejilla.
- 50
9. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el contacto de la corriente de flujo de aire no purificado con la capa de catalizador elimina adicionalmente al menos uno de dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido nitroso o un compuesto orgánico volátil de la corriente de flujo de aire no purificado para producir la corriente de flujo de aire purificado.
- 55
10. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde un primer porcentaje en masa del primer catalizador metálico base en la capa de catalizador está entre 1 % en peso y 30 % en peso, preferentemente entre 5 % en peso y 15 % en peso, y con mayor preferencia entre 8 % en peso y 12 % en peso, basado en el material de soporte donador de oxígeno.
- 60
11. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde un segundo porcentaje en masa del segundo catalizador metálico base en la capa de catalizador está entre 1 % en peso y 30 % en peso, preferentemente
- 65

ES 2 811 256 T3

entre 5 % en peso y 15 % en peso, y con mayor preferencia entre 8 % en peso y 12 % en peso, basado en el material de soporte donador de oxígeno.

- 5
12. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el material de soporte tiene un área superficial de al menos $50 \text{ m}^2/\text{g}$, preferentemente al menos $100 \text{ m}^2/\text{g}$, con mayor preferencia de $50 \text{ m}^2/\text{g}$ a $5000 \text{ m}^2/\text{g}$, y con la máxima preferencia de $100 \text{ m}^2/\text{g}$ a $300 \text{ m}^2/\text{g}$.
- 10
13. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el material de soporte tiene un volumen de poro de $0,1 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $10 \text{ cm}^3/\text{g}$, preferentemente de $0,3 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $3 \text{ cm}^3/\text{g}$, con mayor preferencia de $0,3 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $1,2 \text{ cm}^3/\text{g}$.

100

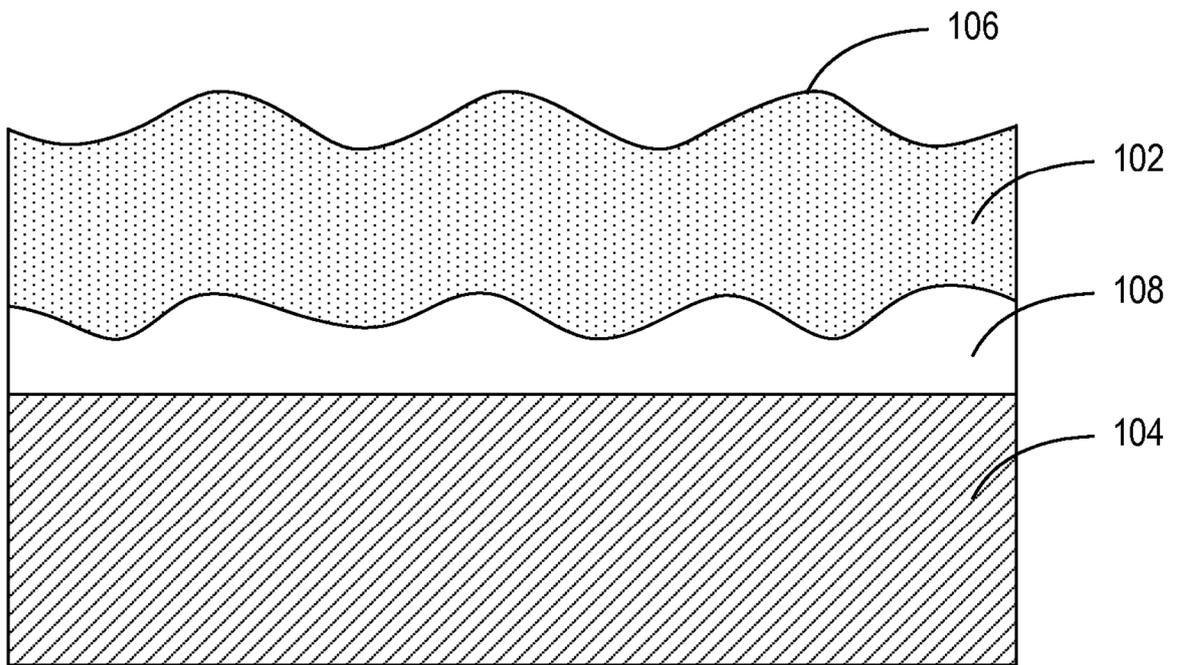


FIGURA 1

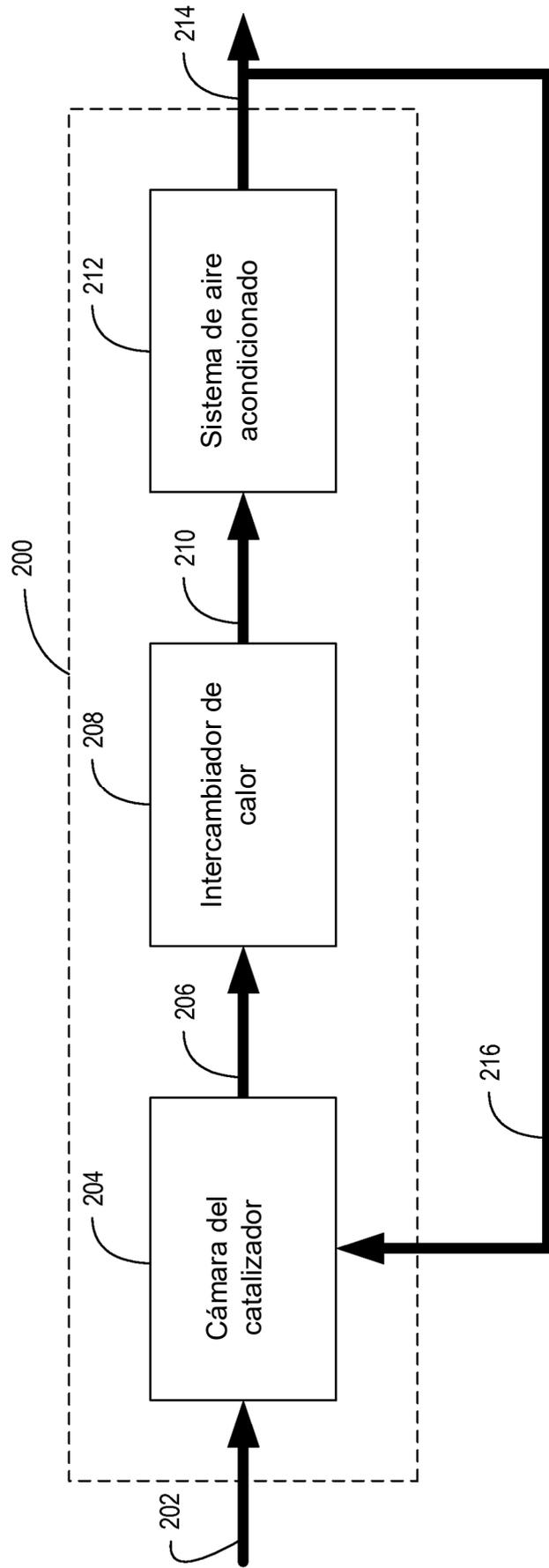


FIGURA 2

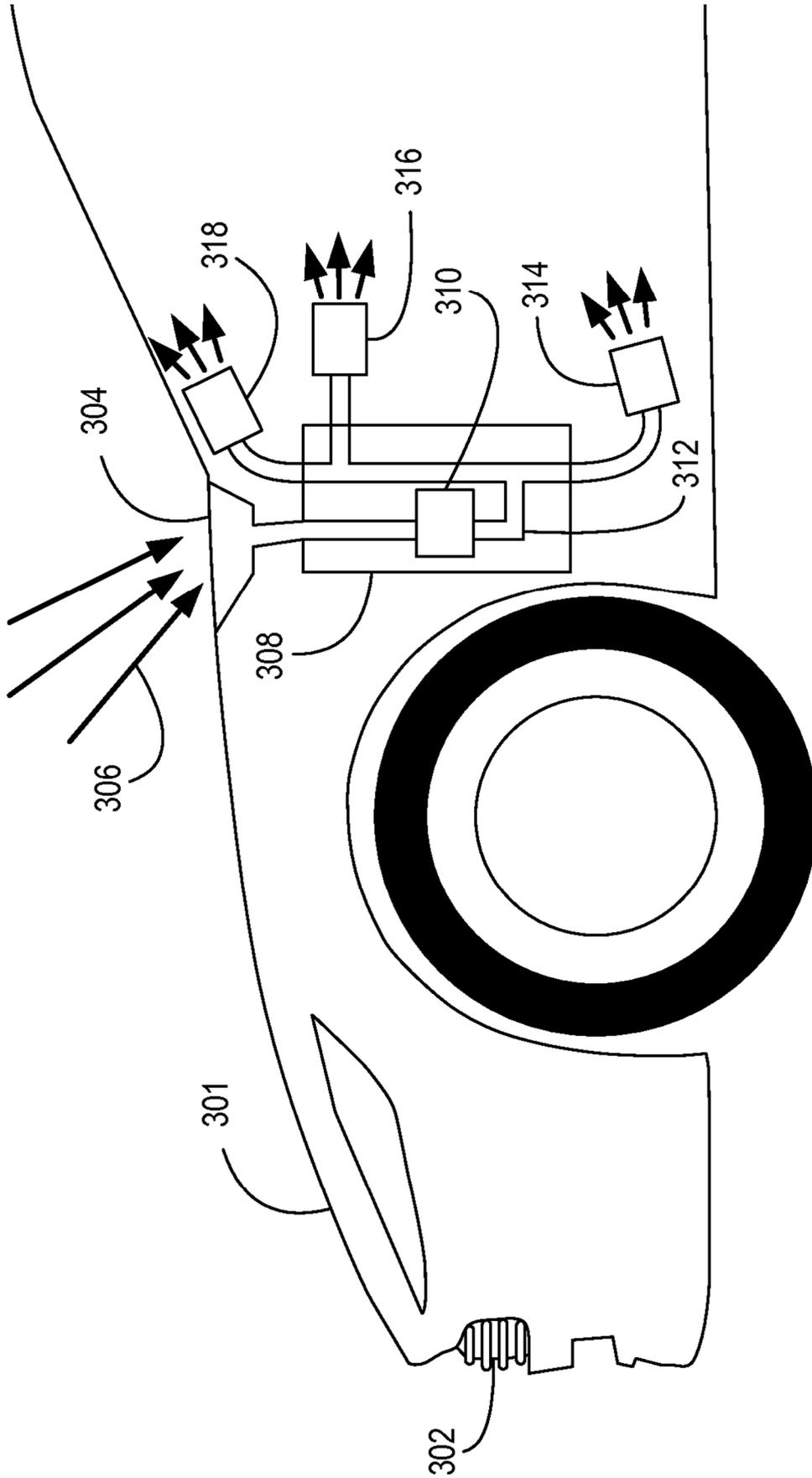


FIGURA 3A

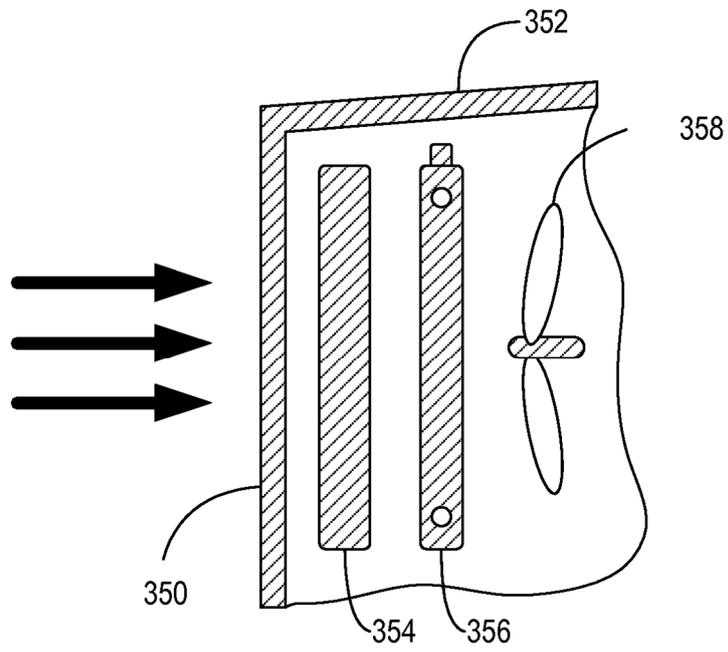


FIGURA 3B

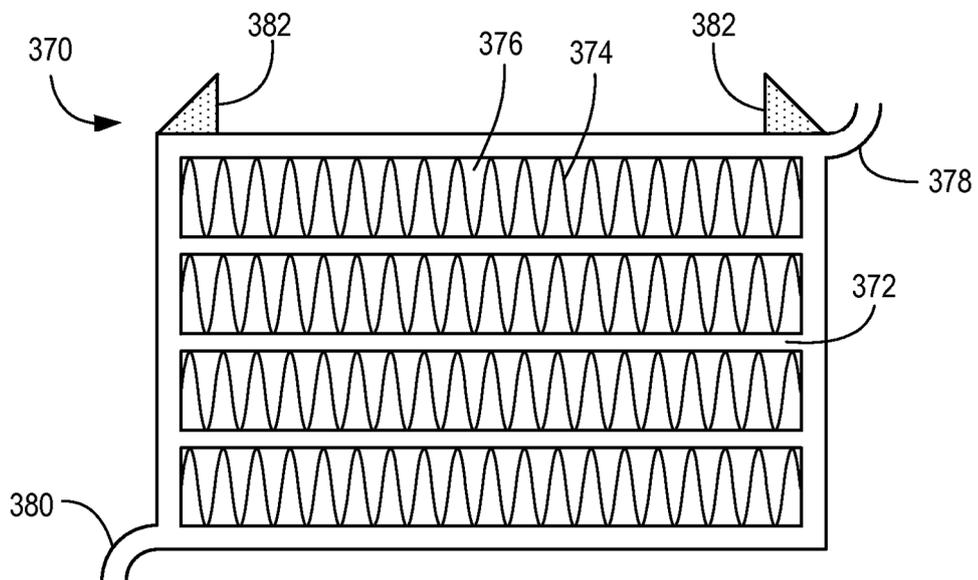


FIGURA 3C

400

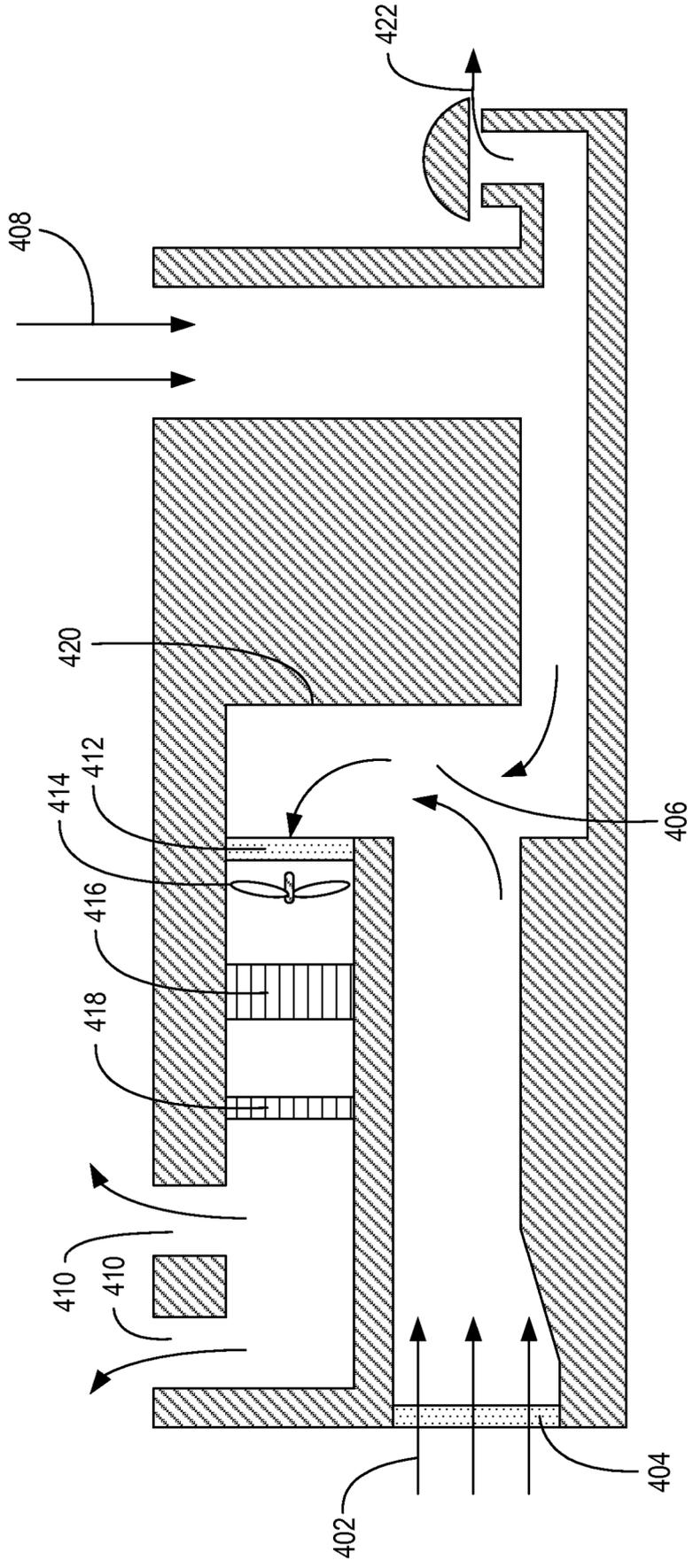


FIGURA 4

500

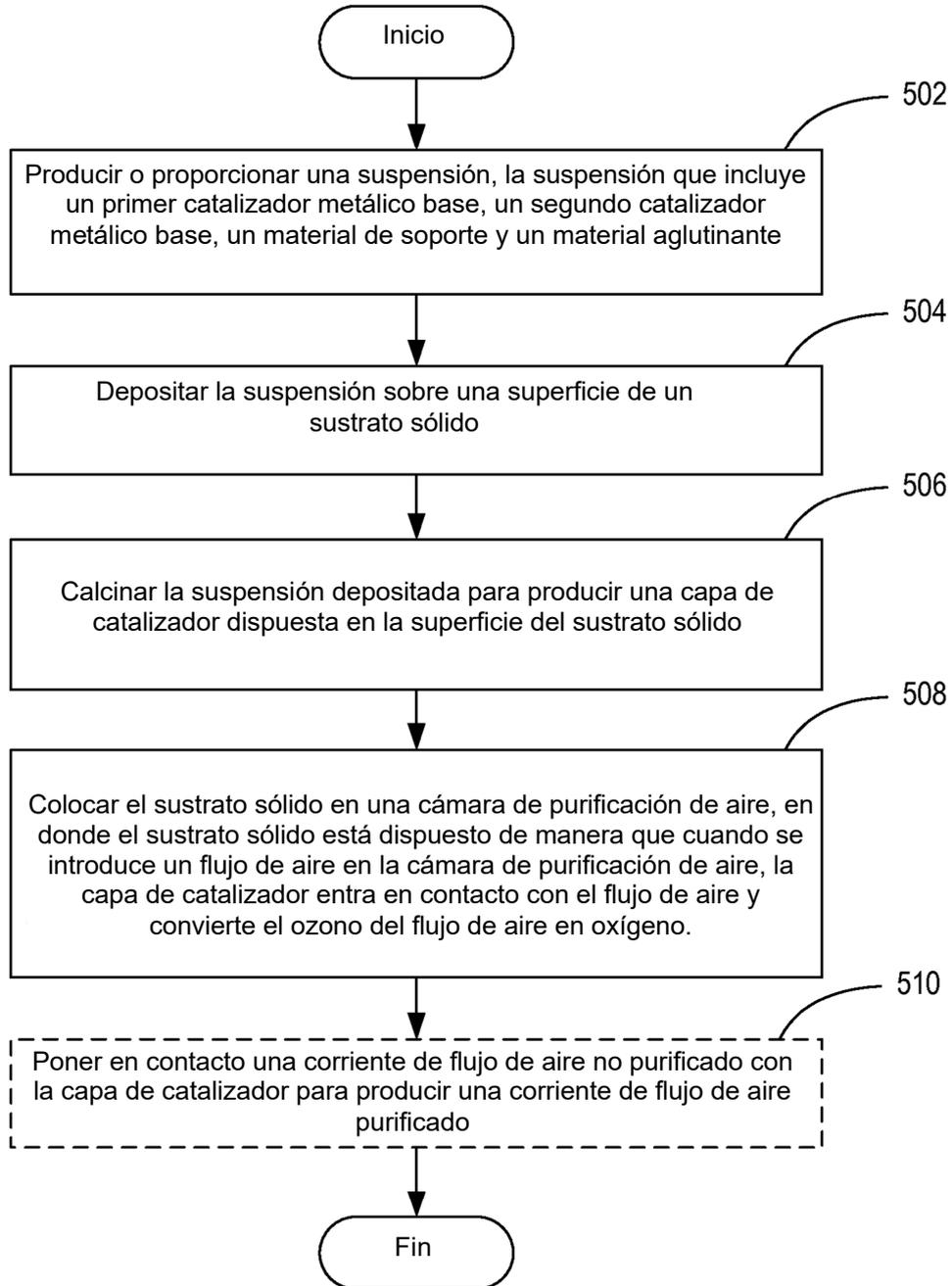


FIGURA 5

600

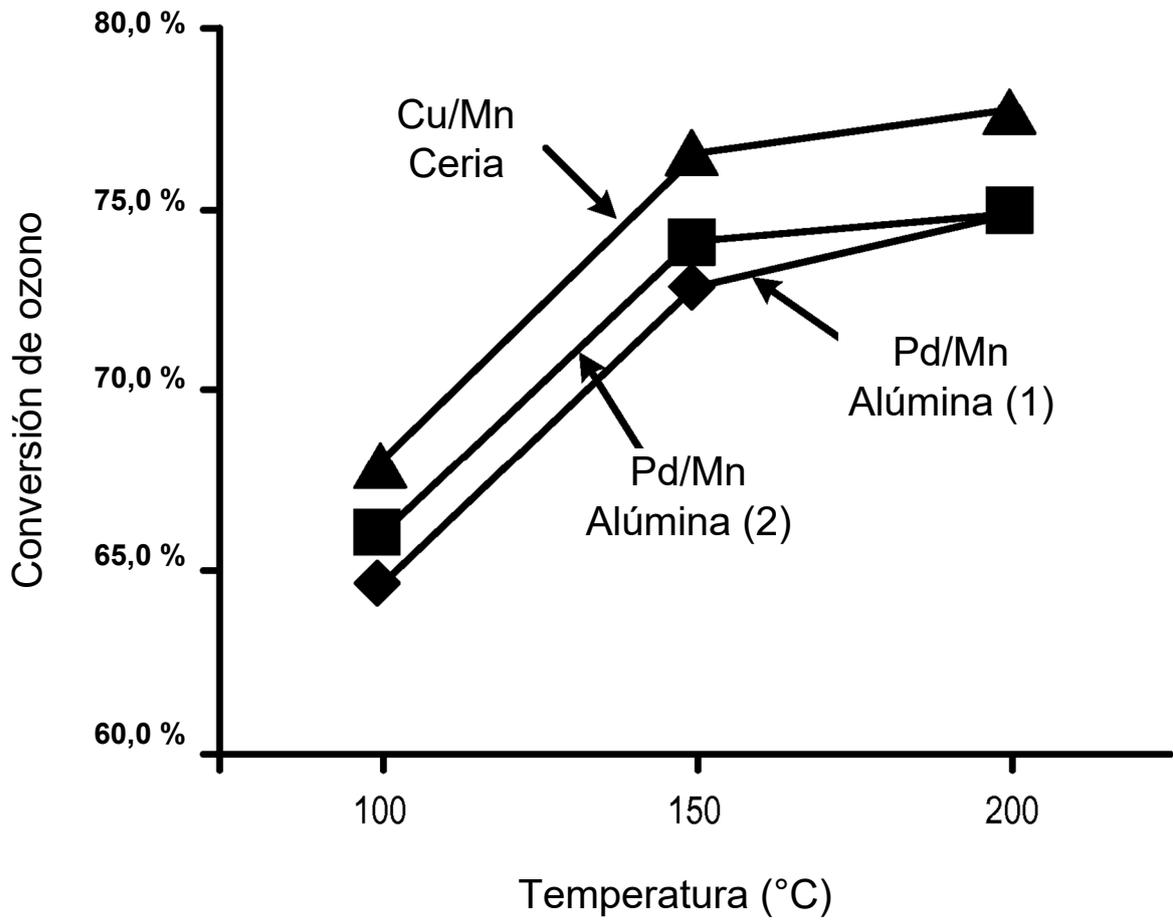


FIGURA 6

700

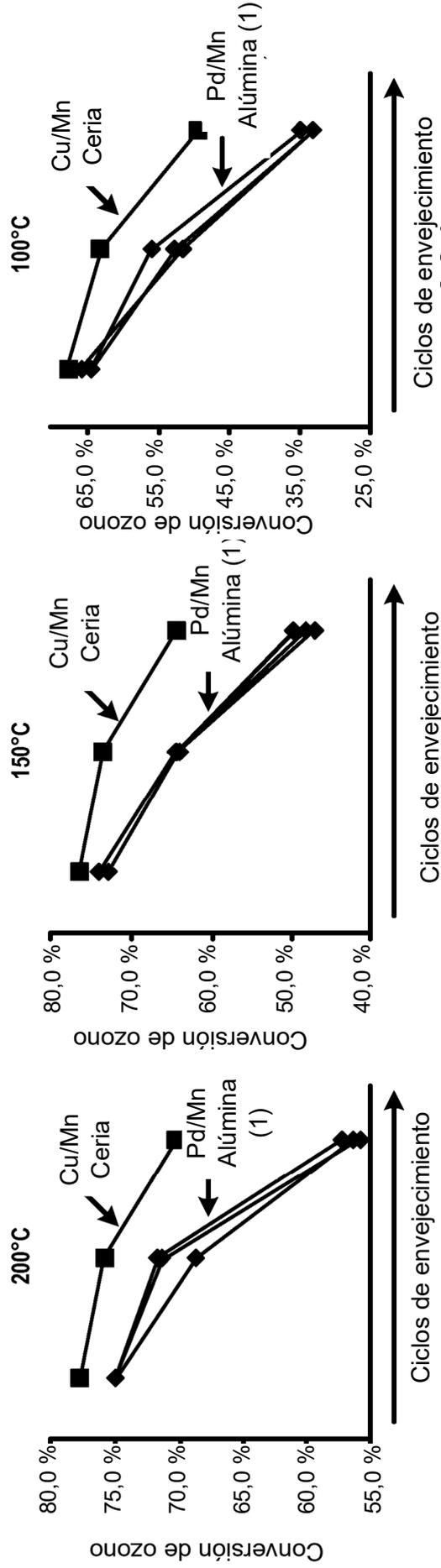


FIGURA 7C

FIGURA 7B

FIGURA 7A