(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 630 707**

(51) Int. CI.:

B01J 23/66 (2006.01)
B01D 39/14 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)
F01N 3/02 (2006.01)
F01N 3/10 (2006.01)
F01N 3/24 (2006.01)
B01J 23/50 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2008 PCT/JP2008/069242**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2009 WO09128175**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2008 E 08873948 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017 EP 2275203**

(54) Título: **Catalizador de combustión de partículas, filtro de partículas y aparato purificador del gas de escape**

(30) Prioridad:

14.04.2008 JP 2008105156

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.08.2017

(73) Titular/es:

MITSUI MINING AND SMELTING CO., LTD. (100.0%)
1-11-1 Osaki
Shinagawa-kuTokyo 141-8584, JP

(72) Inventor/es:

ABE, AKIRA y
KAWANO, JUNJI

(74) Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

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

Catalizador de combustión de partículas, filtro de partículas y aparato purificador del gas de escape

Campo técnico

La presente invención se refiere a un catalizador de partículas de combustión, a un filtro de partículas y a un aparato de limpieza de gas de escape. Más particularmente, la presente invención se refiere a un catalizador de partículas de combustión que lleva a cabo una eliminación (a través de una oxidación) de las sustancias particuladas descargadas desde un motor diésel de combustión interna; a un filtro de partículas recubierto con el catalizador de partículas de combustión; y a un aparato de limpieza de gas de escape que incluye el filtro de partículas recubierto con el catalizador de partículas de combustión.

Antecedentes de la técnica

El gas de escape descargado desde los motores diésel contiene óxidos de nitrógeno (NO_x) y sustancias particuladas, y la liberación de dichas sustancias a la atmósfera sin ningún tratamiento es la principal causa de la contaminación del aire. Por lo tanto, ha surgido una demanda de una regulación estricta de dichas sustancias. Se ha propuesto, como medio eficaz para la eliminación de las sustancias particuladas, un catalizador de oxidación de flujo pasante para la combustión de las fracciones orgánicas solubles (SOF), y un sistema de atrapamiento del gas de escape diésel que emplea un filtro de partículas diésel para el atrapamiento del hollín. Sin embargo, para la regeneración de dicho filtro de partículas, las sustancias particuladas atrapadas en el mismo deben ser eliminadas de forma continua a través de una oxidación.

Hasta ahora se ha propuesto una diversidad de sistemas de regeneración continua, y algunos ejemplos de los mismos incluyen un sistema que emplea un catalizador que incluye un portador hecho de un óxido inorgánico (por ejemplo, óxido de circonio, óxido de vanadio u óxido de cerio), y de un caro metal noble (por ejemplo, de Pt) incluido en el portador (véase, por ejemplo, el Documento Patente 1, 2 o 3); y un procedimiento de regeneración continua que implica NO_2 (véase, por ejemplo, el Documento Patente 4). Este procedimiento de regeneración continua requiere la provisión, antes del filtro de partículas, de un catalizador de oxidación (por ejemplo, de Pt) para la oxidación del NO a NO_2, y por lo tanto implica un elevado coste. Además, la reacción que implica al NO_2 se ve afectada por la proporción entre los NO_x y el C, y se imponen muchas restricciones en el empleo de este procedimiento.

Documento Patente 1: Solicitud de Patente Japonesa Abierta a Consulta por el Público *(kokai)* nº H10-047035
Documento Patente 2: Solicitud de Patente Japonesa Abierta a Consulta por el Público *(kokai)* nº 2003-334443
Documento Patente 3: Solicitud de Patente Japonesa Abierta a Consulta por el Público *(kokai)* nº 2004-058013
Documento Patente 4: Patente Japonesa nº 3012249

El documento US-A-2006/0228283 y el documento EP-A-1 364 699 describen catalizadores para la reducción de los NO_x en los gases de escape.

Descripción de la invención

Problemas que van a ser resueltos por la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un catalizador de partículas de combustión que muestra una excelente resistencia al calor, que lleva a cabo la eliminación del hollín a través de una oxidación a baja temperatura sin el empleo de un caro metal noble, y que permite que se produzca la reacción de oxidación únicamente con la ayuda del oxígeno y, por lo tanto, lleva a cabo la eliminación del hollín a través de una oxidación a baja temperatura independientemente de la concentración de los NO_x en el gas de escape. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un filtro de partículas recubierto con el catalizador de partículas de combustión. Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un aparato de limpieza del gas de escape que comprende el filtro de partículas recubierto con el catalizador de partículas de combustión.

Medios para resolver los problemas

Con el fin de conseguir los objetos mencionados anteriormente, los presentes inventores han llevado a cabo amplios estudios y como resultado han averiguado que los objetos pueden ser conseguidos mediante el empleo, como portador de un catalizador de partículas de combustión, de un óxido específico o de un óxido de un material

compuesto que tiene una composición específica; que incluye, en el portador, un óxido de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Ba, Ca, Mg, y Sr; y que incluye, en el portador, Ag metálica o un óxido de Ag, que sirve como componente catalizador. La presente invención se ha conseguido sobre la base de este hallazgo.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un catalizador de partículas de combustión según se describe en la redacción de la reivindicación independiente 1, caracterizado porque comprende:

- un portador que consiste en un óxido de un material compuesto que contiene óxido de circonio, óxido de cerio y al menos un óxido metálico seleccionado entre óxido de Nd y óxido de La;
- al menos un óxido metálico seleccionado entre el grupo que consiste en óxido de Ba, óxido de Ca, óxido de Mg y óxido de Sr, estando incluido el óxido metálico en el portador en una cantidad, reducida al metal, de entre el 0,5 y el 30 % en masa con respecto al portador; y
- Ag metálica u óxido de Ag, que sirve como componente catalizador y está incluido en el portador, en una cantidad, reducida al metal, de entre el 0,1 y el 25 % en masa sobre la base de la masa total del portador, y al menos un óxido metálico seleccionado entre el grupo que consiste en óxido de Ba, óxido de Ca, óxido de Mg y óxido de Sr.

Otras realizaciones del catalizador de partículas de combustión se describen en la redacción de las reivindicaciones dependientes 2-5.

La presente invención también proporciona un filtro de partículas según se describe en la presente reivindicación 6 caracterizado porque está recubierto con un catalizador de partículas de combustión según se describe en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 y respectivamente un aparato de limpieza del gas de escape según se describe en la presente reivindicación 7 caracterizado porque comprende un filtro de partículas recubierto con un catalizador de partículas de combustión de las reivindicaciones 1 a 5.

El catalizador de partículas de combustión de la presente invención muestra una excelente resistencia al calor. El empleo del catalizador de partículas de combustión de la presente invención lleva a cabo la eliminación del hollín a través de una oxidación a baja temperatura sin el uso de un caro metal noble. Cuando se emplea el catalizador de partículas de combustión, dado que la reacción de oxidación se produce únicamente con la ayuda del oxígeno, el hollín puede ser eliminado a través de una oxidación a baja temperatura independientemente de la concentración de los NO_x en el gas de escape. Incluso cuando un sistema catalizador que incluye el catalizador de partículas de combustión es expuesto a una atmósfera a una elevada temperatura durante un largo periodo de tiempo, puede suprimirse la degradación del sistema.

Mejores modos de llevar a cabo la invención

Cuando el catalizador de partículas de combustión de la presente invención emplea, como portador, un material compuesto de óxido de circonio-cerio, el contenido en óxido de cerio del óxido de un material compuesto es preferentemente de entre el 5 y el 50 % en masa. Cuando el contenido en óxido de cerio excede el 50 % en masa, el área superficial específica del portador se reduce a una elevada temperatura (por ejemplo, a 700 ºC o superior), lo que finalmente puede provocar una degradación térmica del catalizador. Además, cuando el contenido en óxido de cerio excede el 50 % en masa, una especie activa puede no conseguir ejercer un rendimiento suficiente. Por el contrario, cuando el contenido en óxido de cerio es menor del 5 % en masa, el portador muestra una mala resistencia al calor, lo que finalmente puede provocar la degradación térmica del catalizador.

Cuando el catalizador de partículas de combustión de la presente invención emplea, como portador, un óxido de un material compuesto seleccionado entre óxido de Nd y óxido de La, el portador muestra una estabilidad térmica mejorada y una propiedad de oxidación a baja temperatura mejorada. Con objeto de alcanzar dichos efectos, la cantidad de un óxido de al menos un metal seleccionado entre Nd, La, es preferentemente del 1 % en masa o más. Sin embargo, cuando la cantidad de dicho óxido metálico excede el 35 % en masa, consecuentemente, las cantidades relativas de óxido de circonio y de óxido de cerio se reducen, y las características del portador que contiene el material compuesto de óxido de circonio-cerio tienden a deteriorarse. Por lo tanto, en el óxido de un material compuesto contenido en el portador empleado, preferentemente, la cantidad de un óxido de al menos un metal seleccionado entre Nd, La, es de entre el 1 y el 35 % en masa (es decir, cuando se emplean dos o más óxidos metálicos, la cantidad total de los óxidos es de entre el 1 y el 35 % en masa) y el contenido en óxido de cerio es de entre el 5 y el 50 % en masa (contenido en óxido de circonio: equilibrio).

En la presente invención, un óxido de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Ba, Ca, Mg y Sr debe estar incluido en cualquiera de los portadores mencionados anteriormente. Puede emplearse una técnica

conocida convencionalmente (por ejemplo, el método de impregnación o el método de sol-gel) para la inclusión de dicho óxido metálico en el portador. En la presente invención, cuando se incluye un óxido de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Ba, Ca, Mg y Sr en el portador, el catalizador de partículas de combustión resultante muestra una resistencia al calor mejorada. Con objeto de conseguir dichos efectos, la cantidad (reducida al metal) de un óxido de al menos un metal seleccionado entre Ba, Ca, Mg y Sr es del 0,5 % en masa o más con respecto al portador. Sin embargo, cuando la cantidad (reducida al metal) de dicho óxido metálico excede el 30 % en masa con respecto al portador, consecuentemente, las cantidades relativas de óxido de circonio y de óxido de cerio se reducen, y las características del portador que contiene el material compuesto de óxido de circonio-cerio tienden a deteriorarse. Por lo tanto, preferentemente, la cantidad (reducida al metal) de un óxido de al menos un metal seleccionado entre Ba, Ca, Mg y Sr es de entre el 0,5 y el 30 % en masa (es decir, cuando se emplean dos o más óxidos metálicos, la cantidad total (reducida al metal) de los óxidos es de entre el 0,5 y el 30 % en masa) con respecto al portador (es decir, entre 0,5 y 30 partes en masa sobre la base de 100 partes en masa del portador).

En la presente invención, debe incluirse Ag metálica o un óxido de Ag como componente catalizador, en el portador. Puede emplearse una técnica conocida convencionalmente (por ejemplo, el método de impregnación o el método de sol-gel) para la inclusión de dicho componente catalizador en el portador. La Ag metálica o el óxido de Ag, que se emplean en la presente invención, son más baratos que, por ejemplo, el Pt o el Pd. Además, cuando se emplea Ag metálica o un óxido de Ag junto con un portador específico usado en la presente invención, se obtienen unos efectos adicionalmente excelentes en comparación con el caso en el que se emplea un componente de Pt o de Pd. En el presente, la cantidad (reducida al mental) de Ag metálica o de óxido de Ag incluida en el portador es de entre el 0,1 y el 25 % en masa sobre la base de la masa total del portador, y un óxido de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Ba, Ca, Mg y Sr. Cuando la cantidad del componente catalizador es menor del 0,1 % en masa, el componente catalizador puede no conseguir mostrar suficientemente sus efectos catalíticos, mientras que cuando la cantidad del componente catalizador excede el 25 % en masa, una combinación específica empleada en la presente invención puede no conseguir mostrar un suficiente efecto sinérgico. Por su parte, cuando la cantidad del componente catalizador es grande, es probable que se produzca la sinterización del metal, y no se espera que el componente catalizador muestre sus efectos catalíticos,

Teniendo en consideración que el filtro de partículas de la presente invención es producido haciendo que el catalizador de partículas de combustión de la presente invención esté apoyado en una base, preferentemente, en la superficie del portador se le proporciona un componente aglutinante tal como SiO_2, TiO_2, ZrO_2 o Al_2O_3. Cuando dicho componente aglutinante es proporcionado en la superficie del portador, se mejora la adhesión entre la base y el portador, y el catalizador muestra una duración y una resistencia al calor mejoradas.

El filtro de partículas de la presente invención puede asumir cualquier forma conocida de filtro de partículas, pero preferentemente tiene una estructura tridimensional. Algunos ejemplos específicos de filtros que tienen una estructura tridimensional incluyen un filtro de pared pasante, un filtro en panal de abejas de flujo pasante, un filtro de malla de alambre, un filtro de fibra cerámica, un filtro poroso metálico, un filtro cargado con partículas y un filtro de espuma. Algunos ejemplos del material de la base incluyen materiales cerámicos tales como cordierita y SiC; aleaciones de Fe-Cr-Al; y aleaciones de acero inoxidable.

El aparato de limpieza de gas de escape de la presente invención, que incluye en el mismo el anteriormente mencionado filtro de partículas de la presente invención, será fácilmente apreciable por los expertos en la materia.

A continuación se describirá un procedimiento para la producción del filtro de partículas de la presente invención.

Se mezcla cualquiera de los tipos de portadores mencionados anteriormente con un componente aglutinante (por ejemplo, SiO_2 o alúmina en sol) y agua, y la mezcla resultante se muele finalmente mediante un aparato de molienda (por ejemplo, un molino de bolas). Se recubre un filtro de partículas (por ejemplo, un filtro de malla de alambre) con la suspensión así obtenida. En general, el filtro recubierto con la suspensión se calcina a una temperatura de entre aproximadamente 500 ºC y aproximadamente 700 ºC. La capa de recubrimiento de lavado así formada se impregna, por ejemplo, con un nitrato de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Ba, Ca, Mg y Sr, y después se lleva a cabo un secado y una calcinación. Posteriormente, el producto resultante se impregna, por ejemplo, con nitrato de plata que sirve como componente catalizador, y después se lleva a cabo un secado y una calcinación. Alternativamente, la capa de recubrimiento de lavado puede impregnarse, por ejemplo, con un nitrato de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Ba, Ca, Mg y Sr, junto con, por ejemplo, nitrato de plata, seguido de un secado y una calcinación. La cantidad total de recubrimiento del catalizador es preferentemente de entre 10 y 100 g/l (para un filtro de partículas de flujo de pared) o de entre aproximadamente 50 y aproximadamente 150 g/l (para un filtro de partículas de malla de alambre). Cuando la cantidad total de

recubrimiento del catalizador es excesivamente pequeña, no consigue alcanzarse un rendimiento suficiente, mientras que cuando la cantidad total de recubrimiento del catalizador es excesivamente grande, la presión de retroceso hacia el gas de escape aumenta.

EJEMPLOS

La presente invención se describirá a continuación con detalle con referencia a los Ejemplos y a los Ejemplos comparativos. En cada uno de los Ejemplos y los Ejemplos comparativos, un valor numérico entre paréntesis después de cada uno de los óxidos que constituyen un óxido de un material compuesto representa la cantidad (el % en masa) del óxido constitutivo.

Ejemplo 1

Se añadió agua (30 g) al polvo de un óxido de un material compuesto de $CeO_2(22)ZrO_2(72)La_2O_3(2)Nd_2O_3(4)$ (20 g), y al mismo se añadió SiO_2 en sol (es decir, un componente aglutinante) (5 g, reducido al SiO_2), seguido de una mezcla durante dos horas, para preparar así una suspensión. Mediante el uso de la suspensión, se recubrió un filtro de partículas de cordierita (de 25,4 mm de diámetro x 60 mm de longitud) con el óxido de un material compuesto. El filtro recubierto con el óxido del material compuesto se secó a 120 ºC durante tres horas, y después se calcinó al aire a 500 ºC durante una hora. Se encontró que el filtro recubierto con el óxido del material compuesto tenía un contenido en óxido de un material compuesto de 40 g/l. El filtro recubierto con el óxido del material compuesto se impregnó con una solución acuosa de nitrato de magnesio que tiene una concentración específica, y con una solución acuosa de nitrato de plata que tiene una concentración específica. El producto resultante se secó a 120 ºC durante tres horas, y después finalmente se calcinó al aire a 500 ºC durante una hora. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 5 g/l y un contenido en Mg de 1 g/l. El contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa total del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto y el óxido de magnesio, era de un 12 % en masa, y el contenido en Mg, según se determinó sobre la base de la masa del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto, era de un 2,5 % en masa.

Ejemplo 2

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1, excepto porque la solución acuosa de nitrato de magnesio fue sustituida por una solución acuosa de nitrato de calcio. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 5 g/l y un contenido en Ca de 1 g/l. El contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa total del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto y el óxido de calcio, era de un 12,1 % en masa, y el contenido en Ca, según se determinó sobre la base de la masa del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto, era de un 2,5 % en masa.

Ejemplo 3

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1, excepto porque la solución acuosa de nitrato de magnesio fue sustituida por una solución acuosa de nitrato de bario. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 5 g/l y un contenido en Ba de 1 g/l. El contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa total del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto y el óxido de bario, era de un 12,2 % en masa, y el contenido en Ba, según se determinó sobre la base de la masa del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto, era de un 2,5 % en masa.

Ejemplo 4

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1, excepto porque la solución acuosa de nitrato de magnesio fue sustituida por una solución acuosa de nitrato de estroncio. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 5 g/l y un contenido en Sr de 1 g/l. El contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa total del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto y el óxido de estroncio, era de un 12,1 % en masa, y el contenido en Sr, según se determinó sobre la base de la masa del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto, era de un 2,5 % en masa.

Ejemplo 5

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1, excepto porque se sustituyó el óxido de un material compuesto de $CeO_2(22)ZrO_2(72)La_2O_3(2)Nd_2O_3(4)$ por ZrO_2, y la solución acuosa de nitrato de magnesio fue sustituida por una solución acuosa de nitrato de bario. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 5 g/l y

un contenido en Ba de 1 g/l. El contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa total de ZrO_2 y de óxido de bario, era de un 12,2 % en masa, y el contenido en Ba, según se determinó sobre la base de la masa del ZrO_2, era de un 2,5 % en masa.

Ejemplo 6

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1, excepto porque se sustituyó el óxido de un material compuesto de $CeO_2(22)ZrO_2(72)La_2O_3(2)Nd_2O_3(4)$ por un óxido de un material compuesto de $CeO_2(30)ZrO_2(70)$, y la solución acuosa de nitrato de magnesio fue sustituida por una solución acuosa de nitrato de bario. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 5 g/l y un contenido en Ba de 1 g/l. El contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa total del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto y de óxido de magnesio, era de un 12,2 % en masa, y el contenido en Ba, según se determinó sobre la base de la masa del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto, era de un 2,5 % en masa.

Ejemplo 7

Se añadió agua (700 g) al polvo de un óxido de un material compuesto de CeO_2 (22) ZrO_2 (72) La_2O_3 (2) Nd_2O_3 (4) (100 g), y la mezcla resultante se molió mediante un molino de bolas de forma que se alcanzara un tamaño de partícula medio de 1 µm o menos. Posteriormente, se añadió a la mezcla ZrO_2 en sol (es decir, un componente aglutinante) (10 g, reducido al ZrO_2), seguido de una mezcla durante dos horas, para preparar así una suspensión. Mediante el uso de la suspensión, se recubrió un filtro de partículas de cordierita (de 25,4 mm de diámetro x 76,2 mm de longitud) con el óxido del material compuesto. El filtro recubierto con el óxido del material compuesto se secó a 120 ºC durante tres horas, y después se calcinó al aire a 500 ºC durante una hora. Se encontró que el filtro recubierto con el óxido del material compuesto tenía un contenido en óxido del material compuesto de 40 g/l. El filtro recubierto con el óxido del material compuesto se impregnó por una solución acuosa de nitrato de bario que tiene una concentración específica, y con una solución acuosa de nitrato de plata que tiene una concentración específica. El producto resultante se secó a 120 ºC durante tres horas, y después se calcinó finalmente al aire a 500 ºC durante una hora. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 2 g/l y un contenido en Ba de 2 g/l. El contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa total del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto y el óxido de magnesio, era de un 4,7 % en masa, y el contenido en Mg, según se determinó sobre la base de la masa del anteriormente mencionado óxido de un material compuesto, era de un 5 % en masa.

Ejemplo comparativo 1

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1, excepto porque no se empleó la solución acuosa de nitrato de magnesio. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 5 g/l, y el contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa del óxido de un material compuesto, era de un 12,5 % en masa.

Ejemplo comparativo 2

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 7, excepto porque no se empleó la solución acuosa de nitrato de bario. Se encontró que el filtro formado finalmente tenía un contenido en Ag de 2 g/l, y el contenido en Ag, según se determinó sobre la base de la masa del óxido de un material compuesto, era de un 5 % en masa.

< Evaluación del filtro de partículas recubierto con el catalizador en términos de combustión del hollín mediante el uso de un gas de escape simulado >

Se midió la Tig (la temperatura de inicio de la combustión) del hollín correspondiente a cada uno de los filtros de partículas recubiertos con el catalizador, producidos en los Ejemplos 1 hasta 6 y en el Ejemplo comparativo 1, a través del siguiente procedimiento.

Se añadió gota a gota una cantidad específica de una dispersión preparada mediante la dispersión de carbón (Printex-V (carbón de tóner), producto de Degussa) (20 mg) en alcohol etílico, a cada uno de los filtros de partículas recubiertos con el catalizador, producidos en los Ejemplos 1 hasta 6 y en el Ejemplo comparativo 1 (de 25,4 mm de diámetro x 60 mm de longitud) del filtro anterior, seguido de un secado a 100 ºC durante 10 minutos. Por lo tanto, el carbón (20 mg) fue depositado sobre el filtro de partículas recubierto con el catalizador. El filtro con el carbón depositado se fijó en una porción central de un tubo de reacción de gas de escape simulado hecho de cuarzo. Mientras se hacía pasar un gas de circulación que tiene la composición descrita a continuación fluyendo a través del tubo de reacción de cuarzo con el caudal descrito a continuación, se elevó la temperatura del tubo de reacción con la elevación de la temperatura descrita a continuación mediante un horno eléctrico, y se midieron las

concentraciones de CO y de CO_2 a la salida del tubo de reacción mediante un analizador de infrarrojos. La temperatura, según se midió a la entrada del tubo de reacción que contiene el catalizador cuando la concentración de CO_2 alcanzó las 400 ppm (es decir, la temperatura de control del horno eléctrico), se consideró la Tig.

Composición del gas: O_2: 10 %, H_2O: 10 %, N_2: equilibrio
Caudal: 25 l/min
Velocidad de elevación de la temperatura: 10 grados (ºC)/min

La Tabla 1 muestra la Tig así medida correspondiente a los respectivos filtros de partículas recubiertos con un catalizador producidos en los Ejemplos 1 hasta 6 y en el Ejemplo comparativo 1, así como las composiciones de los catalizadores.

[Tabla 1]

Tabla 1

	Composición del catalizador	Tig
Ejemplo 1	Ag + Mg/CeO_2(22)ZrO_2(72)La_2O_3(2)Nd_2O_3(4)	403 ºC
Ejemplo 2	Ag + Ca/CeO_2(22)ZrO_2(72)La_2O_3(2)Nd_2O_3(4)	409 ºC
Ejemplo 3	Ag + Ba/CeO_2(22)ZrO_2(72)La_2O_3(2)Nd_2O_3(4)	405 ºC
Ejemplo 4	Ag + Sr/CeO_2(22)ZrO_2(72)La_2O_3(2)Nd_2O_3(4)	417 ºC
Ejemplo 5	Ag + Ba/ZrO_2	415 ºC
Ejemplo 6	Ag + Ba/CeO_2(30)ZrO_2(70)	407 ºC
Ejemplo comparativo 1	Ag/CeO_2 (22) ZrO_2 (72) La_2O_3 (2)Nd_2O_3 (4)	452 ºC

< Evaluación de la resistencia térmica del filtro de partículas recubierto con el catalizador >

Para la evaluación de la resistencia térmica de un filtro de partículas recubierto con el catalizador se midió la temperatura del punto de equilibrio del filtro mediante el uso de un gas de escape real. Cada uno de los filtros de partículas recubiertos con el catalizador, producidos en el Ejemplo 7 y en el Ejemplo comparativo 2, o cada uno de los filtros de partículas recubiertos con el catalizador, producidos en el Ejemplo 7 y en el Ejemplo comparativo 2 y después se sometió a un tratamiento térmico a 700 ºC o a 800 ºC durante 20 horas se puso en un soporte de acero inoxidable y el soporte se fijó en un tubo de reacción de cuarzo. Mientras se distribuía una porción del gas de escape descargado desde un motor generador diésel (volumen de desplazamiento del motor: 0,2 l) (velocidad de rotación: 3000 rpm) en el tubo de reacción de cuarzo a un caudal de 30,8 l/min, el tubo de reacción de cuarzo se calentó desde el exterior mediante un horno eléctrico. Después de que la temperatura hubiera alcanzado los 300 ºC, el tubo de reacción de cuarto se calentó por etapas a 20 grados (ºC)/10 min. Se midió la diferencia en la presión entre la entrada y la salida del tubo de reacción que contiene el filtro de partículas, y se determinó la temperatura a la cual la diferencia de presión es cero. La temperatura así determinada se consideró como la temperatura del punto de equilibrio. La Tabla 2 muestra las temperaturas del punto de equilibrio de los respectivos filtros de partículas recubiertos con el catalizador. Como es evidente a partir de los datos mostrados en la Tabla 2, los filtros de partículas recubiertos con el catalizador del Ejemplo 7 (es decir, el filtro de partículas de la presente invención) muestran una excelente resistencia al calor (es decir, un aumento en la temperatura del punto de equilibrio es suprimido incluso después de un tratamiento térmico a una elevada temperatura), en comparación con el caso del filtro de partículas recubierto con catalizador del Ejemplo comparativo 2.

[Tabla 2]

Tabla 2

Temperatura y tiempo del tratamiento térmico	Tipo de filtro de partículas recubierto con catalizador	Temperatura del punto de equilibrio
Ninguno	Ejemplo 7	454 ºC
	Ejemplo comparativo 2	454 ºC
700 ºC, 20 horas	Ejemplo 7	455 ºC

	Ejemplo comparativo 2	488 ºC
800 ºC, 20 horas	Ejemplo 7	476 ºC
	Ejemplo comparativo 2	502 ºC

REIVINDICACIONES

1. Catalizador de partículas de combustión que comprende:

- un portador que consiste en un óxido de un material compuesto que contiene óxido de circonio, óxido de cerio, y al menos un óxido metálico seleccionado entre óxido de Nd y óxido de La;
- al menos un óxido metálico seleccionado entre el grupo que consiste en óxido de Ba, óxido de Ca, óxido de Mg y óxido de Sr, estando incluido el óxido metálico en el portador en una cantidad, reducido a metal, de entre el 0,5 y el 30 % en masa con respecto al portador; y
- Ag metálica u óxido de Ag, que sirve como componente catalizador y está incluido en el portador en una cantidad, reducido a metal, de entre el 0,1 y el 25 % en masa sobre la base de la masa total del portador y al menos un óxido metálico seleccionado entre el grupo que consiste en óxido de Ba, óxido de Ca, óxido de Mg y óxido de Sr.

2. Catalizador de partículas de combustión según la reivindicación 1, en el que la superficie del portador está provista con SiO_2, TiO_2, ZrO_2 o Al_2O_3, que sirve como componente aglutinante.

3. Catalizador de partículas de combustión según la reivindicación 2, en el que al menos un óxido metálico seleccionado entre el grupo que consiste en óxido de Ba, óxido de Ca y óxido de Mg, está incluido en el portador.

4. Catalizador de partículas de combustión según la reivindicación 2 y 3, en el que el portador consiste en un óxido de un material compuesto que contiene óxido de circonio, óxido de cerio, óxido de Nd y óxido de La, y la cantidad total de óxido de Nd y de óxido de La es de entre el 1 y el 35 % en masa.

5. Catalizador de partículas de combustión según la reivindicación 4, en el que el portador consiste en un óxido de un material compuesto que contiene óxido de circonio, óxido de cerio, óxido de Nd y óxido de La, y la cantidad total de óxido de cerio es de entre el 5 y el 50 % en masa.

6. Filtro de partículas **caracterizado porque** está recubierto con un catalizador de partículas de combustión según se indica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

7. Aparato de limpieza de gas de escape **caracterizado porque** comprende un filtro de partículas recubierto con un catalizador de partículas de combustión según se indica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.