

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 924**

51 Int. Cl.:

F01N 3/033 (2006.01)

F01N 3/08 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 13/00 (2010.01)

B01D 53/92 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.02.2009** **PCT/US2009/033017**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2009** **WO09100097**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2009** **E 09707406 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019** **EP 2318673**

54 Título: **Sistemas de tratamiento de emisiones de motores de gasolina que tienen colectores de partículas**

30 Prioridad:
05.02.2008 US 26190

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.04.2020

73 Titular/es:
BASF CORPORATION (100.0%)
100 Park Avenue
Florham Park, NJ 07932, US

72 Inventor/es:
WEI, JUNMEI;
WASSERMANN, KNUT y
LI, YUEJIN

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 754 924 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).

DESCRIPCION

Sistemas de tratamiento de emisiones de motores de gasolina que tienen colectores de partículas

Campo técnico

5 La presente invención se refiere de manera general a sistemas de tratamiento de emisiones que tienen catalizadores usados para tratar corrientes gaseosas de motores de inyección directa de gasolina (GDI) que contienen hidrocarburos, monóxido de carbono, y óxidos de nitrógeno conjuntamente con partículas. Más específicamente, la presente invención está dirigida a sistemas de tratamiento de emisiones que comprenden catalizadores de conversión de tres vías (TWC) recubiertos dentro de colectores de partículas tales como filtros de hollín.

Antecedentes

10 Aunque históricamente, los motores de gasolina trabajaban de tales formas que no se formaban partículas, los motores de inyección directa de gasolina (GDI) pueden tener condiciones de consumo reducido y combustión estratificada que dan como resultado la generación de partículas. Las emisiones de partículas por motores de inyección directa están siendo sometidos a regulaciones que incluyen las próximas normas Euro 5 (2009) y 6 (2014). Los sistemas post-tratamiento existentes para motores de gasolina no son adecuados para lograr la norma en materia de partículas propuesta. Al contrario de las partículas generadas por los motores de combustión reducida de diesel, las partículas generadas por los motores de inyección directa de gasolina tienden a ser más finas y en menores cantidades. Esto es debido a las condiciones de combustión diferentes de un motor de diesel comparado con un motor de gasolina. Por ejemplo, los motores de gasolina funcionan a una temperatura más alta que los motores de diesel. Igualmente, los componentes de los hidrocarburos son diferentes en las emisiones de motores de gasolina comparados con los motores de diesel.

20 Las normas de emisiones para contaminantes de hidrocarburos sin quemar, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno continúan haciéndose más estrictas. Con el fin de cumplir dichas normas, los convertidores catalíticos que contienen un catalizador de tres vías (TWC) están situados en la línea de los gases de escape de motores de combustión interna. Dichos catalizadores promueven la oxidación por oxígeno en la corriente de gas de escape de hidrocarburos sin quemar y monóxido de carbono, así como la reducción de óxidos de nitrógeno a nitrógeno.

25 Con respecto al tratamiento de los gases de escape de diesel y partículas, la técnica anterior generalmente proporciona un catalizador de oxidación situado aguas arriba de un filtro de partículas. En la Publicación de Solicitud de Patente de EE.UU. No. 2007/0137187 (Kumar), se proporciona una combinación de catalizador de limpieza situado después de un catalizador de oxidación y un filtro de partículas. Los catalizadores de limpieza adecuados situados después del filtro incluyen otro catalizador de oxidación o un catalizador de conversión de tres vías (TWC) situado sobre un portador del sustrato como un monolito de flujo.

30 Los filtros de partículas usados en los sistemas de diesel han sido recubiertos, por ejemplo, con catalizadores de quemado de hollín que facilitan la regeneración pasiva del hollín. Además, la Patente de EE.UU. No. 7.229.597 (Pat-chett) proporciona un filtro SCR catalizado situado después de un catalizador de oxidación para el tratamiento simultáneo de óxidos de nitrógeno (NO_x), materias en partículas, e hidrocarburos gaseosos. Además, la Publicación de Solicitud de Patente de EE.UU. No. 2004/0219077 (Voss) divulga un filtro catalizado en comunicación con un escape de motor de diesel. La EP 1 842 591 A1 divulga un convertidor catalítico que comprende una capa de recubrimiento de catalizador recubierta sobre la superficie de las paredes de separación de un filtro de flujo de pared. Sin embargo, la colocación de catalizadores sobre filtros de hollín conduce a una pérdida gradual de eficacia debido a los componentes perjudiciales de la corriente de escape de diesel. Se necesita una carga suficiente de catalizador para lograr los objetivos del tratamiento, pero esto debería contrarrestarse con la necesidad de proporcionar una contra presión aceptable en el sistema.

Existe una necesidad de proporcionar sistemas de tratamiento de escapes para motores de inyección directa de gasolina que emiten partículas.

Sumario

45 Se proporcionan sistemas de tratamiento de emisiones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 adecuados para uso conjunto con motores de inyección directa de gasolina, para capturar partículas, además de para el tratamiento de emisiones gaseosas tales como hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, y monóxidos de carbono. La captura de partículas durante las condiciones de arranque en frío es de interés.

50 Los aspectos incluyen los sistemas de tratamiento de emisiones que comprenden un colector de partículas catalizadas que comprende un catalizador de conversión de tres vías (TWC) y un colector de partículas, en el que el catalizador de conversión de tres vías está recubierto dentro del colector de partículas, en el que la composición del catalizador de conversión de tres vías está recubierto dentro tanto por un lado interior como por un lado exterior del colector de partículas; y en el que uno del lado interior o del lado exterior está recubierto con un revestimiento que comprende paladio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno y el otro del lado interior o del lado exterior está recubierto con un revestimiento que comprende rodio, un soporte, y un componente de almacenamien-

to de oxígeno. Se divulga que el catalizador de TWC está situado aguas arriba del colector de partículas. Se divulga que, aunque los componentes pueden estar alojados individualmente según permitan las configuraciones del sistema, siempre y cuando que sean sistemas integrados en los que el catalizador de TWC y el colector de partículas estén alojados en el mismo recipiente. A este respecto, se divulga que el colector de partículas puede estar sin recubrir, o dispuesto con catalizador adecuado, tal como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para facilitar la regeneración. Pueden agregarse componentes de tratamiento adicionales situados después del colector de partículas, incluyendo uno o más colectores de NO_x, seguido de un catalizador SCR.

Se divulga que las composiciones del catalizador de TWC están recubiertas sobre colectores de partículas. Dichos catalizadores de TWC pueden estar compuestos para incluir ayudas para la combustión de hollín a fin de facilitar la regeneración del filtro. Las composiciones de catalizadores de TWC generalmente se suministran en forma de revestimientos. Los catalizadores de TWC en capas pueden tener diferentes composiciones para las diferentes capas. Tradicionalmente, los catalizadores de TWC pueden comprender capas de revestimiento que tienen cargas de hasta 152,56 g/l y cargas totales de 305,12 g/l o más. Para uso con colectores de partículas, debido a las limitaciones de contra presión, los recubrimientos de la capa de revestimiento del catalizador de TWC podrían ser mucho menores, por ejemplo, menor de 61,02 g/l (o incluso de 42,72 g/l, 36,61 g/l, 30,51 g/l, 15,26 g/l, o 6,10 g/l y aún proporcionar actividad catalítica para oxidar dióxido de carbono e hidrocarburos, así como para reducir óxidos de nitrógeno (NO_x). Se divulga que el catalizador de TWC está recubierto tanto por el lado interior como por el lado exterior del colector de partículas. Se divulga que el catalizador de TWC puede estar recubierto solamente por el lado interior del colector de partículas. Un colector de partículas recubierto de TWC puede situarse después de un primer catalizador de TWC, en el que el primer catalizador de TWC puede ser más pequeño de lo que por otra parte se requiere debido a la funcionalidad del TWC recubierto sobre el colector de partículas.

Se divulgan sistemas de tratamiento de emisiones situados después de un motor de inyección directa de gasolina para el tratamiento de un sistema de escape que comprenden hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas, comprendiendo el sistema de tratamiento de emisiones un catalizador de oxidación o un catalizador de conversión de tres vías situado sobre un colector de partículas para formar un colector de partículas catalizadas; uno o más sensores de gas; y un sistema de diagnóstico a bordo (OBD).

Se divulgan otros procedimientos de tratamiento de un gas que comprende hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas, comprendiendo el procedimiento: situar un sistema de tratamiento de emisiones después de un motor de inyección directa de gasolina; proporcionar un colector de partículas catalizadas que comprende un catalizador de conversión de tres vías (TWC) y un colector de partículas en el sistema de tratamiento de emisiones; y poner en contacto el gas de escape procedente del motor con el colector de partículas catalizadas. Igualmente, se divulgan procedimientos que incluyen la puesta en contacto del colector de partículas catalizadas únicamente durante las condiciones de arranque en frío y el desvío del colector de partículas catalizadas después de las condiciones de arranque en frío.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1A es una vista esquemática que muestra un sistema de tratamiento de emisión de un motor;

La FIG. 1B es una vista esquemática que muestra un sistema de tratamiento de emisión de un motor de acuerdo con la invención;

La FIG. 1C es una vista esquemática que muestra un sistema de tratamiento de emisión de un motor de acuerdo con la invención;

La FIG. 2 es una vista esquemática que muestra un sistema de tratamiento de emisión de un motor integrado;

La FIG. 3 es una vista en perspectiva de un sustrato de filtro de flujo de pared;

La FIG. 4 es una vista en corte transversal de una sección de un sustrato de filtro de flujo de pared;

La FIG. 5 muestra los datos de caída de presión para un ejemplo de filtro de hollín recubierto;

La FIG. 6 muestra los datos de caída de presión para un ejemplo de filtro de hollín recubierto;

La FIG. 7 muestra los datos de caída de presión para un ejemplo de filtro de hollín recubierto; y

La FIG. 8 muestra los datos de caída de presión para un ejemplo de filtro de hollín recubierto.

Descripción detallada

Se proporcionan sistemas de tratamiento de emisiones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 adecuados para uso conjuntamente con motores de inyección directa de gasolina (GDI) para capturar partículas, además de para reducir emisiones gaseosas tales como hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, y monóxidos de carbono. Los motores GDI pueden disponerse o bien como estequiométricos ($\lambda = 1$) o bien de mezcla pobre ($\lambda > 1$).

Para los motores de GDI de mezcla pobre, se usan colectores de NO_x . Sin embargo, las limitaciones de contrapresión y de volumen en dichos sistemas pueden limitar la capacidad para agregar componentes de tratamiento adicionales. En algunos sistemas de emisiones de GDI, son necesarios dos o más materiales compuestos catalizadores de TWC en combinación con colectores de NO_x y catalizadores SCR para lograr emisiones estándar. Es un reto para dichos sistemas el acomodar cualquier bloque o cartucho adicional junto al tubo de escape. Sin embargo, puesto que las normas sobre partículas son cada vez más exigentes, existe una necesidad de proporcionar colectores de partículas funcionales sin por ello abarrotar indebidamente el tubo de escape. De manera sorprenden, se ha encontrado que, en base a g/cm^3 , la colocación de un catalizador de conversión de tres vías (TWC), un revestimiento sobre un filtro de hollín de flujo de pared en lugar de sobre un monolito de flujo convencional, proporciona una conversión comparable. Haciendo esto, puede aumentarse la capacidad de retención de partículas a sistema sin por ello abarrotar indebidamente el tubo de escape.

La referencia a motores de gasolina de combustión de consumo reducido, se refiere a aquellos motores configurados por los fabricantes para ser operados bajo condiciones de consumo reducido la mayor parte del tiempo, es decir, en exceso de aire y cantidades menores de las estequiométricas de combustible. Esto significa una relación de aire a combustible mayor de 14,7. Dicha caracterización no excluye excursiones ocasionales dentro de condiciones estequiométricas o ricas.

Con el fin de reducir el incremento de contra presión debido a la presencia de un revestimiento sobre un filtro, el revestimiento está típicamente situado dentro de la pared del filtro de manera tan uniforme como sea posible. Sin embargo, los tamaños de las partículas generadas por un motor de gasolina GDI son más pequeños que los procedentes de los motores de diesel. Es posible, en este caso, que algunas de las partículas procedentes del motor de gasolina GDI podría evitarse ser atrapadas por el filtro al fluir a través de las paredes del filtro cuando el filtro es nuevo. La eficacia de filtración mejorará cuando se forme una capa de hollín sobre la pared del filtro. Se divulga que, para solucionar el problema de eficacia de filtración inicial, puede aplicarse un recubrimiento de una capa fina de revestimiento catalítico sobre la pared del filtro (en lugar de depositar la capa dentro de la pared). Esta capa de revestimiento catalítico es porosa y puede dejar pasar el gas a su través al tiempo que separa también por filtración las partículas pequeñas. La capa puede ser de 10-50 micrómetros de espesor, específicamente, de 10-30 micrómetros, y más específicamente, de 5 a 10 micrómetros.

El filtro de hollín catalizado puede dividirse en zonas de acuerdo con la distribución del metal del grupo de platino (PGM). Es decir, puede depositarse más PGM en una zona frontal (aguas arriba) del filtro y menos PGM en una zona trasera (aguas abajo). Cuando el filtro de hollín está regenerado, la zona trasera del filtro experimenta la temperatura más alta del filtro, lo cual puede ocasionar la desactivación del catalizador. Agregando más PGM en la zona frontal, la función catalítica del filtro catalizado se preserva mediante regeneraciones repetidas del filtro. Además, durante la operación normal del motor, la primera zona está más caliente que la zona trasera. La división por zonas del PGM incrementa la actividad de arranque bajo condiciones frías. Por ejemplo, puede ser deseable dividir por zonas aproximadamente el 50% o más de la carga total de PGM en los primeros 20-50% de la distancia axial del filtro, cargando, de esta forma, el 50% o menos de la carga total del PGM en el 50-80% de la parte de detrás de la distancia axial.

Se divulgan sistemas de tratamiento de emisiones situados aguas abajo de un motor de inyección directa de gasolina para el tratamiento de un sistema de escape que comprenden hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas, en los que el sistema de tratamiento de emisiones comprende una composición de catalizador de conversión de tres vías (TWC) situado aguas arriba de, o sobre, un colector de partículas. Los catalizadores de TWC tienen la capacidad de catalizar simultáneamente la oxidación de hidrocarburos y monóxido de carbono y la reducción de óxidos de nitrógeno. Un catalizador de TWC puede estar recubierto sobre un colector de partículas con una carga lo suficientemente baja como para proporcionar el tratamiento de emisiones sin incrementar indebidamente la contra-presión. Para filtros de hollín de baja porosidad, únicamente puede usarse una pequeña cantidad de catalizador de TWC con el fin de lograr una contra presión adecuada. Para las condiciones que requieren un alto contenido en componentes de metales preciosos, se necesita un área superficial suficiente del componente soporte para una buena dispersión y se necesita un filtro de hollín de mayor porosidad.

Preferiblemente, el sistema comprende un colector de NO_x , y un catalizador SCR, o ambos, situados aguas abajo del colector de partículas. Más preferiblemente, el colector de NO_x está recubierto sobre el colector de partículas, y este filtro recubierto con el colector de NO_x está situado aguas abajo de un catalizador de TWC. Más preferiblemente, el catalizador SCR está recubierto sobre el colector de partículas, y este filtro recubierto con el catalizador SCR está situado aguas abajo de un catalizador de TWC y un colector de NO_x .

Se divulga que la composición de catalizador de tres vías puede estar depositada a partir de un lado de la entrada del filtro de hollín, o a partir del lado de salida. De acuerdo con la presente invención, el catalizador de conversión de tres vías está depositado a partir de ambos lados de entrada y salida. El lado de entrada o el lado de salida está recubierto con un revestimiento que comprende paladio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno. Preferiblemente, el componente de almacenamiento de oxígeno está presente en una cantidad de hasta el 10% en peso del revestimiento total.

El otro del lado de la entrada o del lado de la salida está recubierto con un revestimiento que comprende rodio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno. Preferiblemente, el componente de almacenamiento de oxígeno está presente en una cantidad del 10 al 25% en peso del revestimiento total.

Se divulgan sistemas de tratamiento de emisiones situados aguas abajo de un motor de inyección directa de gasolina para el tratamiento de un sistema de escape que comprenden hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas, comprendiendo el sistema de tratamiento de emisiones un colector de partículas catalizadas que tiene un catalizador de oxidación o un catalizador de conversión de tres vías depositado encima; uno o más sensores de gas, y un sistema de diagnóstico a bordo (OBD). En una realización, el sistema comprende además un colector de NO_x , un catalizador SCR, o ambos. Otras realizaciones proporcionan el que el colector de NO_x , el catalizador SCR, o ambos, estén integrados dentro de un alojamiento con el colector de partículas catalizadas. Un sistema OBD avisa al operador de un vehículo cuando las emisiones o contaminantes gaseosos producidos por dichos vehículos exceden las normas reguladoras. Los sistemas OBD están basados en un sensor de gas o similar, tal como un sensor de oxígeno en gas de escape (EGO) o un sensor de hidrocarburos, para monitorizar el escape. La Patente de EE.UU. No. 5.941.918 (Blosser) proporciona un ejemplo de sistema OBD.

De acuerdo con la presente invención, un lado de entrada o un lado de salida del colector de partículas está recubierto con un revestimiento que comprende paladio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno. Además, el otro del lado de la entrada o del lado de la salida del colector de partículas está recubierto con un revestimiento que comprende rodio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno. Ambas de un lado de entrada o de un lado de salida del colector de partículas están recubiertos con un revestimiento que comprende un componente de metal precioso seleccionado entre paladio, platino, o ambos; un soporte; y un componente de almacenamiento de oxígeno.

Se divulgan procedimientos de tratamientos de un gas que comprende hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas, comprendiendo el procedimiento: situar un sistema de tratamiento de emisiones aguas abajo de un motor de inyección directa de gasolina; proporcionar un catalizador de conversión de tres vías (TWC) y un colector de partículas en el sistema de tratamiento de emisiones; y poner en contacto el gas de escape procedente del motor con el catalizador de TWC y el colector de partículas. Una realización proporciona el que procedimiento comprenda además proporcionar un colector de NO_x , un catalizador SCR, o ambos, aguas abajo del colector de partículas catalizadas. En una realización, la etapa de proporcionar el catalizador de conversión de tres vías (TWC) y el colector de partículas, comprende el depositar el catalizador sobre el colector de partículas para formar un colector de partículas catalizadas. En otra realización, el procedimiento comprende además el recubrimiento de un lado de entrada o un lado de salida del colector de partículas con un revestimiento que comprende paladio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno. Otra realización proporciona el recubrimiento de un lado de entrada o un lado de salida del colector de partículas con un revestimiento que comprende rodio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno. En una realización detallada, el procedimiento comprende además depositar el catalizador en una cantidad no mayor de 122,05 g/l en total sobre un lado y sobre un lado de salida. Una realización adicional dispone proporcionar un segundo catalizador de conversión de tres vías aguas arriba del colector de partículas catalizadas.

Volviendo a la FIG. 1A, una corriente de gas de escape conteniendo contaminantes gaseoso (por ejemplo, hidrocarburos sin quemar, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno) y materia en partículas es transportada por el conducto 6 desde un motor de gasolina 4 a un catalizador de conversión de tres vías (TWC) 8. En el catalizador de TWC 8, los hidrocarburos gaseosos sin quemar y no volátiles (es decir, los VOF) y el monóxido de carbono son en su mayoría quemados para formar dióxido de carbono y agua. Además, los óxidos de nitrógeno son reducidos para formar nitrógeno y agua. La eliminación de proporciones substanciales de los VOF usando el catalizador de oxidación, en particular, ayuda a prevenir en gran medida una deposición de materias en partículas (es decir, obstrucción) sobre el filtro de partículas (referido igualmente como un filtro de hollín) 12, el cual está situado aguas abajo en el sistema de tratamiento de emisiones. El gas de escape es conducido, a continuación, mediante el conducto 10 a un filtro de partículas 12, el cual atrapa la materia en partículas y/o cataliza los venenos presentes dentro de la corriente de gases de escape. Opcionalmente, el filtro de partículas puede catalizarse con un catalizador de combustión de hollín para la regeneración del filtro de partículas 12. En una realización, cuando el filtro de partículas no está de alguna forma recubierto, el TWC puede recubrirse sobre el filtro de partículas.

Después de la separación de la materia en partículas, mediante el filtro de partículas 12, la corriente de gas de escape es transportada opcionalmente, dependiendo de las necesidades del sistema de operación del automóvil, mediante la tubería 14 a un colector 16 de NO_x situado aguas abajo para la absorción de todos los contaminantes remanentes de la emisión de NO_x en la corriente de gas de escape. A partir del colector de NO_x 16 mediante la conducción 18, puede situarse un catalizador SCR 20, para recibir la salida del colector de NO_x , a fin de proporcionar un tratamiento adicional de emisiones de cualquier cantidad de amoníaco generado por el colector de NO_x con un catalizador de reducción catalítica selectiva para la reducción de los óxidos de nitrógeno y formar nitrógeno y agua. El conducto 22 conduce al tubo de escape y fuera del sistema.

En la FIG. 1B, un sistema de tratamiento de emisiones 3 comprende un motor de gasolina 5 que transporta el escape a través del conducto 7 a un primer catalizador de TWC 9, el cual, en algunos casos, puede ser más pequeño del de otra forma necesario, debido al filtro de partículas recubierto con el TWC 13 situado aguas abajo, el cual recibe la

corriente de escape a través del conducto 11. El conducto 15 puede conducir a componentes de tratamiento adicionales y/o al tubo de escape y fuera del sistema. En algunos casos, el filtro de partículas recubierto con el TWC 13 contiene un catalizador de TWC de refuerzo que está diseñado para trabajar conjuntamente con el primer catalizador de TWC, con el fin de cumplir con las exigencias de emisión.

En la FIG. 1C, un sistema de tratamiento de emisiones 100 comprende un motor de gasolina 102 que transporta el escape a través del conducto 103, en donde un primer distribuidor 104 dirige el escape a un filtro de partículas recubierto con el TWC 110 durante las condiciones de arranque en frío. Un catalizador de TWC opcional está situado aguas arriba del filtro en partículas recubierto con el TWC. Una vez que se han sobrepasado dichas condiciones de arranque en frío y han empezado las condiciones de régimen uniforme substancialmente estable, el escape puede dirigirse a un segundo distribuidor 108 de manera que el catalizador de TWC 106 puede usarse sin las pérdidas de contra-presión asociadas con el filtro recubierto con el TWC 110. El conducto 112 conduce a otros componentes de tratamiento tales como el colector de NO_x y el catalizador SCR y/o al tubo de escape y fuera del sistema.

Volviendo a la FIG. 2, un sistema de tratamiento de emisiones integrado 30 comprende una sección del catalizador de TWC 32, una sección del filtro de partículas 34, un colector de NO_x opcional 36 y SCR 38. Durante el tratamiento de una corriente de emisión de gas de escape, el gas de escape fluye desde un motor a través del sistema de tratamiento de emisiones integrado 30 para el tratamiento y/o la conversión de los contaminantes de la emisión de gases de escape, tales como hidrocarburos sin quemar (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), y materia en partículas. El gas de escape fluye secuencialmente a través de la sección del catalizador de TWC 32 situado aguas arriba, de una sección del filtro de partículas 34, de un colector de NO_x opcional 36 y del catalizador SCR 38. En este sistema integrado, el catalizador de TWC 32 puede recubrirse sobre el filtro de partículas 34, eliminándose, de esta forma, una sección.

Con respecto a la formación del catalizador de TWC de acuerdo con la presente invención y los catalizadores de oxidación, los catalizadores de TWC que muestran buena actividad y un largo período de vida, comprenden uno o más metales del grupo del platino tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 (por ejemplo, platino, paladio, rodio, renio e iridio) dispuestos sobre un soporte de óxido de metal refractario de gran área superficial, por ejemplo, un recubrimiento de alúmina de gran área superficial. El soporte se lleva a cabo sobre un portador o sustrato adecuado tal como un portador monolítico que comprende un material cerámico refractario o una estructura de nido de abeja de metal, o partículas refractarias tales como esferas o segmentos extruidos, cortos, de un material refractario adecuado. Los soportes de óxido de metal refractarios pueden estar estabilizados frente a la degradación térmica mediante materiales tales como circonio, titanio, óxidos de metales alcalinotérreos, tales como bario, calcio o estroncio o, lo más usualmente, óxidos de metales de tierras raras, por ejemplo, cerio, lantano y mezclas de dos o más óxidos de metales de tierras raras. Por ejemplo, véase la Patente de EE.UU. No. 4.171.288 (Keith). Los catalizadores de TWC están formulados para incluir un componente de almacenamiento de oxígeno.

Se divulga que, para un catalizador de oxidación, un revestimiento típico puede contener agentes catalíticos del metal base, agentes catalíticos de metal del grupo del platino o combinaciones de ambos, que están soportados sobre óxidos de metal refractarios, por ejemplo, alúmina activada. Los agentes catalíticos del metal base pueden incluir óxidos de metales de tierras raras, particularmente óxido de lantano, óxido de cerio y óxido de praseodimio. Los agentes catalíticos de metales del grupo del platino específicos pueden incluir platino, paladio, rodio y combinaciones de los mismos. Los óxidos de metales refractarios útiles pueden incluir sílice, alúmina, gamma-alúmina, titanio, circonio, sílice-alúmina y cerio-circonio. Opcionalmente, la composición de revestimiento catalítico puede incluir igualmente otros aditivos tales como promotores y estabilizadores. Igualmente, pueden usarse tamices moleculares tales como zeolitas en el catalizador de oxidación.

La referencia a un "soporte" en la capa de revestimiento del catalizador se refiere a un material que acepta metales preciosos, estabilizadores, promotores, aglomerantes, y similares, mediante asociación, dispersión, impregnación, u otros procedimientos adecuados. Los ejemplos de soportes incluyen, pero sin limitarse a ellos, óxidos de metales refractarios de gran área superficial y materiales compuestos que contienen componentes de almacenamiento de oxígeno. Los soportes de óxidos de metales refractarios de gran área superficial se refieren a partículas soporte que tienen poros mayores de 20 Å y una distribución de poros amplia. Tal como se define en la presente invención, dichos soportes de óxidos de metal excluyen los tamices moleculares, específicamente, zeolitas. Los soportes de óxidos de metales refractarios de gran área superficial, por ejemplo, materiales soporte de alúmina, también referidos como "gamma alúmina" o "alúmina activada", muestran, típicamente un área superficial BET mayor de 60 metros cuadrados por gramo ("m²/g"), frecuentemente de hasta aproximadamente 200 m²/g o superior. Dicha alúmina activada es, usualmente, una mezcla de las fases gamma y delta de la alúmina, pero puede igualmente contener cantidades substanciales de las fases de alúmina eta, kappa, y teta. Los óxidos de metales refractarios distintos de la alúmina activada pueden usarse como un soporte para al menos algunos de los componentes catalíticos en un catalizador dado. Por ejemplo, son conocidos para dicho uso el cerio, circonio, alfa alúmina y otros materiales en masa. Aunque muchos de estos materiales tienen la desventaja de poseer un área superficial BET considerablemente menor que el de la alúmina activada, dicha desventaja tiende a ser compensada por una mayor durabilidad del catalizador resultante. El "área superficial BET" tiene su significado usual referido al procedimiento de Brunauer, Emmett, Teller para la determinación del área superficial por adsorción de N₂.

Una o más de las realizaciones incluyen un soporte de óxido de metal refractario de gran área superficial que comprende un compuesto activado seleccionado entre el grupo que consiste en alúmina, alúmina-circonio, alúmina-circonio-cerio, lantano-alúmina, lantano-circonio-alúmina, bario-alúmina, bario-lantano-alúmina, bario-lantano-neodimio-alúmina, y alúmina-cerio. Los ejemplos de materiales compuestos que contienen componentes de almacenamiento de oxígeno incluyen, pero sin limitarse a ellos, cerio-circonio, cerio-circonio-lantano. La referencia a un "compuesto de cerio-circonio" significa un material compuesto que comprende cerio y circonio, sin especificar la cantidad de ambos componentes. Los materiales compuestos de cerio-circonio adecuados incluyen, pero sin limitarse a ellos, materiales compuestos que tienen, por ejemplo, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90% o incluso 95% de contenido de cerio. Ciertas realizaciones condicionan que el soporte comprenda cerio en masa con un contenido nominal del 100% (es decir, >99% de pureza).

La referencia al componente de almacenamiento de oxígeno (OSC) se refiere a una entidad que tiene un estado multivalencia y que puede reaccionar activamente con oxidantes tales como oxígeno u óxidos nitrosos bajo condiciones oxidantes, o reaccionar con reductores tales como monóxido de carbono (CO) o hidrógeno bajo condiciones de reducción. Los ejemplos de componentes de almacenamiento adecuados incluyen cerio. Igualmente, puede incluirse al praseodimio como un OSC. El suministro de un OSC a la capa de revestimiento puede lograrse mediante el uso de, por ejemplo, óxidos mezclados. Por ejemplo, puede suministrarse cerio mediante un óxido mezclado de cerio y circonio, y/o un óxido mezclado de cerio, circonio, y neodimio. Por ejemplo, el praseodimio puede suministrarse mediante un óxido mezclado de praseodimio y circonio, y/o un óxido mezclado de praseodimio, cerio, lantano, itrio, circonio, y neodimio.

Tal como se usa en la presente invención, tamices moleculares, tales como zeolitas, se refiere a materiales, los cuales pueden ser en forma de partículas soporte del grupo de metales preciosos catalíticos, teniendo los materiales una distribución de poros substancialmente uniforme, siendo el tamaño de poro promedio no mayor de 20 Å. La referencia a "soporte no de zeolita" en una capa de revestimiento de catalizador se refiere a un material que no es un tamiz molecular o zeolita y que recibe metales preciosos, estabilizadores, promotores, aglomerantes, y similares mediante asociación, dispersión, impregnación, u otros procedimientos adecuados. Los ejemplos de dichos soportes incluyen, pero sin limitarse a ellos, óxidos de metales refractarios de alta área superficial.

La referencia a "impregnado" indica que una solución que contiene metal precioso está introducida dentro de los poros de un soporte. En realizaciones detalladas, la impregnación de metales preciosos se logra mediante una humedad incipiente, en la que un volumen que contiene metal precioso diluido es aproximadamente igual al volumen de poro de los cuerpos de soporte. La impregnación de humedad incipiente conduce generalmente a una distribución substancialmente uniforme de la solución del precursor a través del sistema de poros del soporte. La referencia a "contacto íntimo" incluye tener una cantidad efectiva de componentes en dicho contacto (por ejemplo, Pd y OSC) sobre el mismo soporte, en contacto directo, y/o en substancial proximidad de manera tal que el OSC esté en contacto con los componentes de oxígeno antes que el componente de Pd.

35 Colector de partículas

La referencia a colector de partículas indica un filtro de un tamaño y configuración tal como para retener las partículas generadas por las reacciones de combustión en el motor de gasolina de inyección directa. La retención de partículas puede producirse, por ejemplo, mediante el uso de un filtro de partículas (o de hollín). Se divulga que la retención de partículas puede producirse mediante el uso de un sustrato de flujo que tiene un recorrido tortuoso interno de manera tal que un cambio en la dirección del flujo de las partículas da lugar a una caída de la corriente de escape, mediante el uso de un sustrato metálico, tal como un soporte de metal corrugado, o mediante otros procedimientos conocidos por los expertos en la técnica. Se divulga que pueden ser adecuados otros dispositivos de filtración, tales como una tubería con una superficie rugosa que pueda retener las partículas del a corriente de escape. Se divulga que una tubería acodada puede ser igualmente adecuada.

Con referencia a filtros, la FIG. 3 representa una vista en perspectiva de un ejemplo de sustrato de filtro de flujo de pared adecuado para un filtro de partículas. Los sustratos de flujo de pared adecuados para soporte del TWC o las composiciones de catalizador de oxidación, tienen una pluralidad de conductos de flujos de gas substancialmente finos, paralelos, que se extienden a lo largo del eje longitudinal del sustrato. Típicamente, cada conducto está bloqueado en uno de los extremos del cuerpo del sustrato, con conductos alternados bloqueados en las caras finales opuestas. Dichos soportes monolíticos pueden contener hasta aproximadamente 46,5 conductos de flujo ("o celdas") por centímetro cuadrado de sección transversal, aunque pueden usarse muchos menos. Por ejemplo, el soporte puede tener desde aproximadamente 1,08 hasta 46,5, más usualmente desde aproximadamente 31 hasta 46,5 celdas por centímetro cuadrado. Las celdas pueden tener secciones transversales que son rectangulares, cuadradas, circulares, ovales, triangulares, hexagonales, o son de otras formas poligonales. Los sustratos de flujo de pared tienen típicamente un espesor de pared de entre 0,02 y 0,04 centímetros. Los sustratos de flujo de pared específicos tienen espesores de pared de entre 0,025 y 0,03 centímetros.

Las FIGS. 3 y 4 ilustran un sustrato de filtro de flujo de pared 50 el cual tiene una pluralidad de conductos 52. Los conductos están tubularmente encerrados por las paredes internas 53 del sustrato del filtro. El sustrato tiene un extremo de entrada 54 y un extremo de salida 56. Los conductos alternativos están taponados en el extremo de entrada con tapones de entrada 58, y en el extremo de salida con tapones de salida 60 para formar patrones a modo

de tablero de ajedrez opuestos en la entrada 54 y salida 56. Una corriente de gas 62 que entra a través de la entrada del canal sin taponar 64, es detenida por el tapón de salida 60 y se difunde a través de las paredes (las cuales son porosas) del canal 53 hacia el lado de salida 66. El gas no puede retroceder hacia el lado de entrada de las paredes debido a los tapones de entrada 58.

- 5 Los substratos de filtro de flujo de pared pueden estar compuestos de materiales de tipo cerámico tales como cordierita, α -alúmina, carburo de silicio, titanato de aluminio, nitruro de silicio, circonio, mullita, espodumeno, alúmina-silicio-magnesio o silicato de circonio, o de metal refractario, poroso. Los substratos de flujo de pared pueden igualmente estar formados de materiales compuestos de fibra cerámica. Los substratos de flujo de pared específicos están formados a partir de cordierita, carburo de silicio, y titanato de aluminio. Dichos materiales son capaces de resistir al medioambiente, particularmente las altas temperaturas que se encuentran en el tratamiento de las corrientes de escape.

- 10 Los substratos de flujo de pared para uso en el sistema de la invención pueden incluir nidos de abeja de paredes porosas finas (monolitos) a través de los cuales la corriente de fluido pasa sin causar un incremento demasiado grande en la contra presión o presión a través del substrato. Los substratos de flujo de pared cerámicos usados en el sistema pueden estar formados de un material que tenga una porosidad de al menos 50% (por ejemplo, desde 50 hasta 75%) conteniendo un tamaño de poro medio de al menos 5 micrómetros (por ejemplo, desde 5 hasta 30 micrómetros). En una realización específica, los substratos pueden tener una porosidad de al menos 59% y tener un tamaño de poro medio de entre 10 y 20 micrómetros. Cuando los substratos con estas porosidades y estos tamaños de poro medio están recubiertos con las técnicas descritas más adelante, pueden cargarse niveles adecuados de composiciones de catalizador de TWC sobre los substratos para lograr una eficacia de conversión de hidrocarburos, CO, y/o NO_x excelente. Estos substratos son aún capaces de mantener características de flujo de escape adecuadas, es decir, contra presión aceptables, a pesar de la carga del catalizador. La Patente de EE.UU. No. 4.329.162 divulga substratos de flujo de pared adecuados.

- 20 Los filtros de flujo de pared típicos en uso comercial están típicamente formados con porosidades de pared más bajas, por ejemplo, desde aproximadamente 42% hasta 50%, que las de los filtros de flujo de pared usados en la invención. En general, la distribución del tamaño de poro de filtros de flujo de pared comerciales es típicamente muy amplia con un tamaño de poro medio menor de 25 micrómetros.

- 25 El filtro de flujo de pared poroso usado en la presente invención está catalizado dado que la pared del elemento tiene sobre ella, o contenido en ella, uno o más materiales catalíticos. Los materiales catalíticos están presentes sobre ambos lados de entrada y salida. Se divulga que la propia pared puede consistir toda, o en parte, del material catalítico. La presente invención incluye el uso de uno o más revestimientos de materiales catalíticos y combinaciones de uno o más revestimientos de materiales catalíticos sobre las paredes de entrada y/o salida del elemento.

- 30 Para recubrir los filtros de flujo de pared con el TWC o la composición de catalizador de oxidación, los substratos son sumergidos verticalmente en una porción de la lechada del catalizador, de manera tal que la parte superior del substrato esté situada justamente por encima de la superficie de la lechada. De esta forma, la lechada entra en contacto con la cara de entrada de cada pared de nido de abejas, pero se evita el contacto de la cara de salida de cada pared. La muestra se deja en la lechada durante aproximadamente 30 segundos. El filtro se retira de la lechada, y el exceso de lechada se elimina del filtro de flujo de pared primeramente dejando escurrir de los canales y, a continuación, soplando con aire comprimido (en dirección contraria de la penetración de la lechada) y, a continuación, aplicando un vacío en la dirección de la penetración de la lechada. Usando esta técnica, la lechada de catalizador penetra las paredes del filtro, sin embargo los poros no están ocluidos hasta un grado tal que se acumule una contra presión excesiva en el filtro acabado. Tal como se usa en la presente invención, el término "permeado" cuando se usa para describir la dispersión de la lechada del catalizador sobre el filtro, significa que la composición del catalizador está dispersada por toda la pared del filtro.

- 35 Los filtros recubiertos se secan típicamente a aproximadamente 100°C y calcinan a una temperatura más alta (por ejemplo, 300 a 450°C y hasta 550°C). Después de la calcinación, puede determinarse la carga del catalizador mediante el cálculo de los pesos del filtro recubierto y sin recubrir. Tal como resultará evidente a los expertos en la técnica, la carga del catalizador puede modificarse alterando el contenido en sólidos de la lechada del recubrimiento. Como alternativa, pueden llevarse a cabo inmersiones repetidas del filtro en la lechada del recubrimiento, seguido de la eliminación del exceso de lechada tal como se ha descrito anteriormente.

- 40 Con referencia a un substrato metálico, un substrato útil puede estar compuesto de uno o más metales o aleaciones de metales. Los soportes metálicos pueden emplearse en diversas formas tales como chapa corrugada o forma monolítica. Los soportes metálicos específicos incluyen los metales y aleaciones de metales resistentes al calor, tales como titanio y acero inoxidable, así como otras aleaciones en las cuales el hierro es un componente substancial o principal. Dichas aleaciones pueden contener uno o más de níquel, cromo y/o aluminio, y la cantidad total de estos metales puede comprender de manera ventajosa al menos 15% en peso de la aleación, por ejemplo, 10-25% en peso de cromo, 3-8% en peso de aluminio y hasta 20% en peso de níquel. Las aleaciones pueden contener igualmente cantidades pequeñas o traza de uno o más de otros metales tales como manganeso, cobre, vanadio, titanio y similares. La superficie de los soportes de metal puede oxidarse a altas temperaturas, por ejemplo, 1000°C y más, para mejorar la resistencia a la corrosión de las aleaciones mediante la formación de una capa de óxido so-

bre las superficies de los soportes. Dicha oxidación inducida por alta temperatura puede potenciar la adherencia de un material catalítico al soporte.

Preparación de revestimientos de materiales compuestos catalizadores

Los materiales compuestos catalizadores pueden formarse en una única capa o en capas múltiples. En algunos casos, puede ser adecuado preparar una lechada del material catalítico y usar esta lechada para formar capas múltiples sobre el soporte. Los materiales compuestos pueden prepararse fácilmente mediante procedimientos bien conocidos en la técnica anterior. Más adelante se establece un procedimiento representativo. Tal como se usa en la presente invención, el término "revestimiento" tiene su significado usual en la técnica de un revestimiento adherente, fino, de un material catalítico u otro material, aplicado a un material soporte substrato, tal como un elemento soporte de tipo de nido de abeja, el cual es lo suficientemente poroso como para permitir pasar a través de él la corriente de gas a tratar. De acuerdo con ello, una "capa de revestimiento" se define como un recubrimiento comprendido por partículas soporte. Una "capa de revestimiento catalizada" es un recubrimiento comprendido por partículas soporte impregnadas con componentes catalíticos.

El material compuesto catalizador puede prepararse fácilmente en capas sobre un soporte. Para una primera capa de un revestimiento específico, se prepara una lechada de partículas finamente divididas de un óxido de metal refractario de gran área superficial, tal como gamma alúmina, en un vehículo apropiado, por ejemplo agua. Para incorporar componentes tales como metales preciosos (por ejemplo, paladio, rodio, platino, y/o combinaciones de los mismos), pueden incorporarse componentes tales como estabilizadores y/o promotores en la lechada como una mezcla de compuestos o complejos solubles en agua o dispersables en agua. Típicamente, cuando se desea paladio, el componente paladio se usa en la forma de un compuesto o complejo para lograr la dispersión del componente sobre el soporte de óxido de metal refractario, por ejemplo alúmina activada. El término "componente paladio" significa cualquier compuesto, complejo, o similar, el cual, después calcinación o uso del mismo, se descomponga o se convierta de cualquier otra manera en una forma activa catalíticamente, usualmente el metal o el óxido de metal. Pueden usarse compuestos solubles en agua o compuestos dispersables en agua o complejos del componente metal, siempre y cuando que el medio líquido usado para impregnar o depositar el componente metal sobre las partículas del soporte de óxido de metal refractario no reaccione de manera negativa con el metal o su compuesto o su complejo u otros componentes que puedan estar presentes en la composición de catalizador y sean capaz de eliminarse del componente por volatilización o descomposición tras calentamiento y/o aplicación de un vacío. En algunos casos, puede no tener lugar la completa eliminación del líquido hasta que el catalizador se utiliza y se somete a las altas temperaturas a las que se encuentra durante su operación. Generalmente, tanto desde el punto de vista de aspectos económicos como medioambientales, se utilizan soluciones acuosas de compuestos o complejos solubles de los metales preciosos. Por ejemplo, son compuestos adecuados el nitrato de paladio o el nitrato de rodio.

Un procedimiento adecuado de preparación de cualquier capa del material compuesto catalizador en capas de la invención es el preparar una mezcla de una solución de un compuesto de metal precioso deseado (por ejemplo, compuesto de paladio) y al menos un soporte, tal como un soporte de óxido de metal refractario, de gran área superficial, finamente dividido, por ejemplo gamma alúmina, la cual es lo suficientemente seca como para absorber substancialmente todo la solución para formar un sólido húmedo, el cual posteriormente se combina con agua para formar una lechada recubrible. En una o más realizaciones, la lechada es ácida, teniendo, por ejemplo, un pH de aproximadamente 2 hasta menos de aproximadamente 7. El pH de la lechada puede bajarse mediante la adición de una cantidad adecuada de un ácido inorgánico o uno orgánico a la lechada. Pueden usarse combinaciones de ambos cuando se considera la compatibilidad del ácido y las materias primas. Los ácidos inorgánicos incluyen, pero sin limitarse a el, ácido nítrico. Los ácidos orgánicos incluyen, pero sin limitarse a ellos, ácido acético, propiónico, oxálico, malónico, succínico, glutámico, adípico, maléico, fumárico, ftálico, tartárico, cítrico y similares. Después de ellos, si se desea, puede agregarse a la lechada compuestos solubles en agua o dispersables en agua de componentes de almacenamiento de oxígeno, por ejemplo, compuestos de cerio-circonio, un estabilizador, por ejemplo acetato bórico, y un promotor, por ejemplo nitrato de lantano.

En una realización, la lechada es a continuación pulverizada para dar como resultado que substancialmente la totalidad de los sólidos tengan tamaños de partícula menores de aproximadamente 20 micrómetros, es decir, entre aproximadamente 0,1-15 micrómetros, en un diámetro promedio. La pulverización puede llevarse a cabo en un molino de bolas u otro equipo similar, y el contenido en sólidos de la lechada puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 20-60% en peso, más particularmente de aproximadamente 30-40% en peso.

Sobre la primera capa pueden prepararse y depositarse capas adicionales, es decir, la segunda y tercera capas, de la misma manera que se ha descrito anteriormente para la deposición de la primera capa sobre el soporte.

Colectores de NO_x

A pesar de la presencia del catalizador de TWC, el uso de un motor de inyección directa de gasolina da como resultado condiciones de consumo reducido en las que los niveles de NO_x son más altos que durante las condiciones estequiométricas convencionales de los motores de gasolina. Como un resultado de ello, el catalizador de TWC no puede reducir todos los componentes NO_x. Un colector de NO_x contiene al menos un absorbente de NO_x y un catalizador para la reducción de NO_x. Generalmente, un absorbente de NO_x almacena NO_x durante periodos de operación

reducida (rica en oxígeno), y libera el NO_x almacenado durante los periodos de operación ricos (relativamente ricos en combustible). Durante los periodos de operación ricos, un componente del catalizador del colector de NO_x promueve la reducción de NO_x a nitrógeno mediante la reacción del NO_x (incluyendo el NO_x liberado procedente del absorbente de NO_x) con HC, CO, y/o hidrógeno presentes en el escape. Los componentes del absorbente de NO_x pueden seleccionarse entre el grupo que consiste en componentes de metales alcalinotérreos, componentes de metales alcalino, y componentes de tierras raras. En realizaciones específicas, el componente absorbente de NO_x está seleccionado entre el grupo que consiste en óxidos de calcio, estroncio, y bario, óxidos de potasio, sodio, litio, y cesio, y óxidos de cerio, lantano, praseodimio, y neodimio. Cuando se presenta sobre reducción de NO_x por reacción con H₂ y/o hidrocarburos en el colector de NO_x, puede producirse amoníaco NH₃, lo cual requiere tratamiento adicional.

Catalizadores SCR

El tratamiento de NH₃ puede igualmente lograrse mediante el uso de Reducción Catalítica Selectiva (SCR). En la SCR, se usan amoníaco o reactivos a base de urea en la presencia de un catalizador que tiene un metal base en el cual el amoníaco reacciona para reducir los óxidos a nitrógeno. El amoníaco o la urea pueden inyectarse dentro del sistema de escape en frente del catalizador SCR o producirse en el catalizador del colector de NO_x debido a la sobre reducción del NO_x almacenado. En las Patentes de EE.UU. Nos. 4.961.917 (Byrne) y 5.516.497 (Speronello), por ejemplo, se describen composiciones de catalizadores SCR adecuados. Las composiciones divulgadas en la patente de Byrne incluyen uno o ambos de un promotor de hierro y cobre presentes en una zeolita en una cantidad de desde aproximadamente 0,1 hasta 30 por ciento en peso, preferiblemente desde aproximadamente 1 hasta 5 por ciento en peso, del peso total del promotor mas zeolita. Además de su capacidad para catalizar la reducción de NO_x con NH₃ a N₂, las composiciones divulgadas pueden igualmente promover la oxidación del exceso de NH₃ con O₂, especialmente para aquellas composiciones que tienen concentraciones más altas de promotor.

En lo que sigue a continuación, se proporcionan diseños preferidos para el catalizador en capas, incluyendo combinaciones tales como las mencionadas usadas solas o en combinaciones ilimitadas, para las cuales los usos incluyen sistemas y procedimientos de otros aspectos de la presente invención.

La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento de emisiones adecuado para el tratamiento de un gas de escape que comprende hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas situado aguas abajo de un motor de inyección directa de gasolina, comprendiendo el sistema de tratamiento de emisiones un colector de partículas catalizada que comprende un catalizador de conversión de tres vías (TWC) recubierto con un colector de partículas, en el que la composición del catalizador de conversión de tres vías está recubierto por dentro tanto por un lado de entrada como por un lado de salida del colector de partículas; y en el que uno del lado de entrada o uno del lado de salida está recubierto con un revestimiento que comprende paladio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno y el otro del lado de entrada o del lado de salida está recubierto con un revestimiento que comprende rodio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno. Preferiblemente el sistema de tratamiento de emisiones está de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7.

Se divulga que un sistema de tratamiento de emisiones situado aguas abajo de un motor de inyección directa de gasolina para el tratamiento de un sistema de escape que comprende hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas, comprende un colector de partículas catalizadas que tiene un catalizador de oxidación o un catalizador de conversión de tres vías depositado sobre él; uno o más sensores de gas, y un sistema de diagnóstico a bordo (OBD).

Se divulga que un procedimiento de tratamiento de un gas de escape que comprende hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas comprende: colocar un sistema de tratamiento de emisiones situado aguas abajo de un motor de inyección directa de gasolina; proporcionar un colector de partículas catalizadas que comprende un catalizador de conversión de tres vías (TWC) depositado sobre un colector de partículas en el sistema de tratamiento de emisiones; y poner en contacto el gas de escape procedente del motor con el colector de partículas catalizadas.

El sistema de tratamiento de emisiones de la presente invención puede tener una o más de las características de diseño opcionales siguientes:

el colector de partículas comprende un filtro de hollín;

un colector de NO_x, un catalizador SCR, o ambos están situados aguas abajo del colector de partículas catalizadas;

el componente de almacenamiento de oxígeno está presente en una cantidad de hasta 10% en peso del revestimiento;

el componente de almacenamiento de oxígeno está presente en una cantidad de 10 a 25% en peso del revestimiento;

50% o más de una carga de metal del grupo del platino PGM) total está depositada sobre un 20-50% de distancia axial aguas arriba del filtro, y 50% o menos de la carga de PGM total está depositada sobre un 50-80% de distancia axial después del filtro;

5 el catalizador está presente en una cantidad no mayor de 122,05 g/l en total sobre un lado de entrada y un lado de salida;

un segundo catalizador de conversión de tres vías está dispuesto aguas arriba del colector de partículas catalizadas;

el colector de partículas catalizadas entra en contacto durante las condiciones de arranque en frío y el colector de partículas catalizadas es obviado después de las condiciones de arranque en frío.

10 Ejemplos

Los ejemplos siguientes servirán para ilustrar las varias realizaciones de la presente invención. En cada uno de los ejemplos, el soporte fue cordierita. La referencia a un primer recubrimiento y a un segundo recubrimiento no proporciona limitación sobre la situación u orientación del recubrimiento. Con referencia al recubrimiento de entrada, esto significa que el gas de escape entra en contacto primeramente con el recubrimiento de entrada antes de entrar en contacto con el recubrimiento de salida.

Ejemplo 1

Se preparó un filtro de hollín conteniendo un material catalítico usando dos recubrimientos: un recubrimiento de entrada y un recubrimiento de salida. El material compuesto del catalizador de conversión de tres vías (TWC) contenía paladio y rodio con una carga total en metal precioso de 0,92 g/l y con una relación Pt/Pd/Rh de 0/24,5/1,5. El substrato tenía un volumen de 1,5 litros, una densidad de celdas de 93 celdas por centímetro cuadrado, un espesor de pared de aproximadamente 100 µm, y una porosidad del 50%. Los recubrimientos se prepararon como sigue:

Recubrimiento de entrada

Los componentes presentes en el recubrimiento de entrada fueron una gamma alúmina de gran área superficial estabilizada con lantano, un material compuesto de cerio-circonio con 28% de cerio en peso, rodio y óxido de bario, a concentraciones de aproximadamente 29,3%, 58,5%, 0,5%, y 11,7%, respectivamente, en base al peso calcinado del catalizador. El óxido de bario se introdujo en forma de una solución de hidróxido. La carga total del recubrimiento fue de 10,37 g/l. El contenido en OSC en el recubrimiento fue de aproximadamente 16%.

Se impregnó rodio en la forma de una solución de nitrato de rodio mediante un mezclador planetario (P-mixer) sobre la alúmina estabilizada para formar un polvo húmedo mientras que se lograba una incipiente humedad. Se formó una lechada acuosa. Se agregó la solución de bario. Los componentes se molieron hasta un tamaño de partícula del 90% de 8-10 micrómetros. Se agregó el material compuesto de cerio-circonio y los componentes se molieron adicionalmente hasta un tamaño de partícula del 90% menor de 5 micrómetros. Con la lechada se recubrió el lado de entrada del filtro de cordierita de flujo de pared usando procedimientos de deposición conocidos en la técnica. Después del recubrimiento, se secaron el filtro y el recubrimiento de entrada.

35 Recubrimiento de salida

Los componentes presentes en el recubrimiento de salida fueron gamma alúmina de gran área superficial, gamma alúmina de gran área superficial estabilizada con lantano, un material compuesto de cerio-circonio con 28% de cerio en peso, paladio, óxido de circonio, óxido de bario, óxido de estroncio, y óxido de lantano, a concentraciones de aproximadamente 51,8%, 25,9%, 9,4%, 3,3%, 2,4%, 2,4%, y 2,4%, respectivamente, en base al peso calcinado del catalizador. La carga total del recubrimiento de salida fue de 25,63 g/l. El óxido de circonio y el óxido de estroncio se introdujeron en forma de soluciones de acetato. El óxido de bario y el óxido de lantano se introdujeron en forma de soluciones de nitrato. El contenido en OSC (componente de almacenamiento de oxígeno) en el recubrimiento fue de aproximadamente 3%.

Mediante la combinación de las alúminas se formó una lechada acuosa. Se impregnó paladio en la forma de una solución de nitrato de paladio mediante un mezclador planetario (P-mixer) sobre las alúminas para formar un polvo húmedo mientras que se lograba una incipiente humedad. Se agregaron soluciones de circonio y bario y el pH se ajustó a entre 3 y 3,5. Los componentes se molieron hasta un tamaño de partícula del 90% de 8-10 micrómetros. Se agregaron el material compuesto de cerio-circonio conjuntamente con las soluciones de lantano y estroncio y los componentes se molieron adicionalmente hasta un tamaño de partícula del 90% menor de 5 micrómetros. Con la lechada se recubrió el lado de salida del filtro de cordierita de flujo de pared usando procedimientos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un substrato de cordierita. Después del recubrimiento, se secaron el filtro más los recubrimientos de entrada y de salida y, a continuación, se calcinaron a una temperatura de 550°C durante aproximadamente 1 hora.

Ejemplo 2

Se preparó un filtro de hollín conteniendo un material catalítico usando dos recubrimientos: un recubrimiento de entrada y un recubrimiento de salida. El material compuesto del catalizador de conversión de tres vías (TWC) contenía paladio y rodio con una carga total en metal precioso de 2,40 g/l y con una relación Pt/Pd/Rh de 0/65,5/2,5. El substrato tenía un volumen de 1,5 litros, una densidad de celdas de 93 celdas por centímetro cuadrado, un espesor de pared de aproximadamente 100 µm, y una porosidad del 50%. Los recubrimientos se prepararon como sigue:

Recubrimiento de entrada

Los componentes presentes en el recubrimiento de entrada fueron una gamma alúmina de gran área superficial estabilizada con lantano, un material compuesto de cerio-circonio con 28% de cerio en peso, rodio y óxido de bario, a concentraciones de aproximadamente 29,2%, 58,3%, 0,8%, y 11,7%, respectivamente, en base al peso calcinado del catalizador. El óxido de bario se introdujo en forma de una solución de hidróxido. La carga total del recubrimiento fue de 10,37 g/l. El contenido en OSC en el recubrimiento fue de aproximadamente 16%.

Se impregnó rodio en la forma de una solución de nitrato de rodio mediante un mezclador planetario (P-mixer) sobre la alúmina estabilizada para formar un polvo húmedo mientras que se lograba una incipiente humedad. Se formó una lechada acuosa. Se agregó la solución de bario. Los componentes se molieron hasta un tamaño de partícula del 90% de 8-10 micrómetros. Se agregó el material compuesto de cerio-circonio y los componentes se molieron adicionalmente hasta un tamaño de partícula del 90% menor de 5 micrómetros. Con la lechada se recubrió el lado de entrada del filtro de cordierita de flujo de pared usando procedimientos de deposición conocidos en la técnica. Después del recubrimiento, se secaron el filtro y el recubrimiento de entrada.

Recubrimiento de salida

Los componentes presentes en el recubrimiento de salida fueron gamma alúmina de gran área superficial, gamma alúmina de gran área superficial estabilizada con lantano, un material compuesto de cerio-circonio con 28% de cerio en peso, paladio, óxido de circonio, óxido de bario, óxido de estroncio, y óxido de lantano, a concentraciones de aproximadamente 49,2%, 24,6%, 8,9%, 8,4%, 2,2%, 2,2%, 2,2% y 2,2%, respectivamente, en base al peso calcinado del catalizador. La carga total del recubrimiento de salida fue de 27,46 g/l. El óxido de circonio y el óxido de estroncio se introdujeron en forma de soluciones de acetato. El óxido de bario y el óxido de lantano se introdujeron en forma de soluciones de nitrato. El contenido en OSC (componente de almacenamiento de oxígeno) en el recubrimiento fue de aproximadamente 3%.

Mediante la combinación de las alúminas se formó una lechada acuosa. Se impregnó paladio en la forma de una solución de nitrato de paladio mediante un mezclador planetario (P-mixer) sobre las alúminas para formar un polvo húmedo mientras que se lograba una incipiente humedad. Se agregaron soluciones de circonio y paladio y el pH se ajustó a entre 3 y 3,5. Los componentes se molieron hasta un tamaño de partícula del 90% de 8-10 micrómetros. Se agregaron el material compuesto de cerio-circonio conjuntamente con las soluciones de lantano y estroncio y los componentes se molieron adicionalmente hasta un tamaño de partícula del 90% menor de 5 micrómetros. Con la lechada se recubrió el lado de salida del filtro de cordierita de flujo de pared usando procedimientos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un substrato de cordierita. Después del recubrimiento, se secaron el filtro más los recubrimientos de entrada y de salida y, a continuación, se calcinaron a una temperatura de 550°C durante aproximadamente 1 hora.

Ejemplo 3

Se preparó un filtro de hollín conteniendo un material catalítico usando dos recubrimientos: un recubrimiento de entrada y un recubrimiento de salida. El material compuesto del catalizador de conversión de tres vías (TWC) contenía paladio y rodio con una carga total en metal precioso de 2,15 g/l y con una relación Pt/Pd/Rh de 0/58,6/2,4. El substrato tenía un volumen de 1,5 litros, una densidad de celdas de 93 celdas por centímetro cuadrado, un espesor de pared de aproximadamente 100 µm, y una porosidad del 59%. Los recubrimientos se prepararon como sigue:

Recubrimiento de entrada

Los componentes presentes en el recubrimiento de entrada fueron una gamma alúmina de gran área superficial estabilizada con lantano, un material compuesto de cerio-circonio con 28% de cerio en peso, rodio y óxido de bario, a concentraciones de aproximadamente 31,2%, 62,2%, 0,4%, y 6,2%, respectivamente, en base al peso calcinado del catalizador. El óxido de bario se introdujo en forma de una solución de hidróxido. La carga total del recubrimiento fue de 19,53 g/l. El contenido en OSC en el recubrimiento fue de aproximadamente 17%.

Se impregnó rodio en la forma de una solución de nitrato de rodio mediante un mezclador planetario (P-mixer) sobre la alúmina estabilizada para formar un polvo húmedo mientras que se lograba una incipiente humedad. Se formó una lechada acuosa. Se agregó la solución de bario. Los componentes se molieron hasta un tamaño de partícula del 90% de 8-10 micrómetros. Se agregó el material compuesto de cerio-circonio y los componentes se molieron adicionalmente hasta un tamaño de partícula del 90% menor de 5 micrómetros. Con la lechada se recubrió el lado de

entrada del filtro de cordierita de flujo de pared usando procedimientos de deposición conocidos en la técnica. Después del recubrimiento, se secaron el filtro y el recubrimiento de entrada.

Recubrimiento de salida

5 Los componentes presentes en el recubrimiento de salida fueron gamma alúmina de gran área superficial, gamma alúmina de gran área superficial estabilizada con lantano, un material compuesto de cerio-circonio con 28% de cerio en peso, paladio, óxido de circonio, óxido de bario, óxido de estroncio, y óxido de lantano, a concentraciones de aproximadamente 50,2%, 25,1%, 12,1%, 5,1%, 1,5%, 1,5%, 1,5% y 3,0%, respectivamente, en base al peso calcinado del catalizador. La carga total del recubrimiento de salida fue de 40,28 g/l. El óxido de circonio y el óxido de estroncio se introdujeron en forma de soluciones de acetato. El óxido de bario y el óxido de lantano se introdujeron en forma de soluciones de nitrato. El contenido en OSC (componente de almacenamiento de oxígeno) en el recubrimiento fue de aproximadamente 3%.

15 Mediante la combinación de las alúminas se formó una lechada acuosa. Se impregnó paladio en la forma de una solución de nitrato de paladio mediante un mezclador planetario (P-mixer) sobre las alúminas para formar un polvo húmedo mientras que se lograba una incipiente humedad. Se agregaron soluciones de circonio y paladio y el pH se ajustó a entre 3 y 3,5. Los componentes se molieron hasta un tamaño de partícula del 90% de 8-10 micrómetros. Se agregaron el material compuesto de cerio-circonio conjuntamente con las soluciones de lantano y estroncio y los componentes se molieron adicionalmente hasta un tamaño de partícula del 90% menor de 5 micrómetros. Con la lechada se recubrió el lado de salida del filtro de cordierita de flujo de pared usando procedimientos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del recubrimiento, se secaron el filtro más los recubrimientos de entrada y de salida y, a continuación, se calcinaron a una temperatura de 550°C durante aproximadamente 1 hora.

Ejemplo de Referencia 4

25 Se preparó un filtro de hollín conteniendo un material catalítico usando dos recubrimientos: un recubrimiento de entrada y un recubrimiento de salida. El material compuesto del catalizador de oxidación contenía platino y paladio con una carga total en metal precioso de 1,32 g/l y con una relación Pt/Pd/Rh de 25/12,5/0. El sustrato tenía un volumen de 1,5 litros, una densidad de celdas de 93 celdas por centímetro cuadrado, un espesor de pared de aproximadamente 100 µm, y una porosidad del 50%. Los recubrimientos se prepararon como sigue:

Recubrimiento de entrada

30 Los componentes presentes en el recubrimiento de entrada fueron gamma alúmina de gran área superficial estabilizada con lantano, un material compuesto de cerio-circonio con 28% de cerio en peso, platino, paladio y óxido de circonio, a concentraciones de aproximadamente 55,2%, 31,5%, 3,6%, 1,8% y 7,9%, respectivamente, en base al peso calcinado del catalizador. La carga total del recubrimiento de entrada fue de 39,05 g/l. El óxido de circonio se introdujo en forma de una solución de acetato. El contenido en OSC (componente de almacenamiento de oxígeno) en el recubrimiento fue de aproximadamente 9%. La carga de metal total del recubrimiento de entrada fue de 2,12 g/l.

35 Se impregnó paladio en la forma de una solución de nitrato de paladio y platino en la forma de una amina mediante un mezclador planetario (P-mixer) sobre la alúmina en una solución acuosa para formar un polvo húmedo mientras que se lograba una incipiente humedad. Se agregó la solución de óxido de circonio y el pH se ajustó a entre 3 y 3,5. Los componentes se molieron hasta un tamaño de partícula del 90% de 8-10 micrómetros. Se agregó el material compuesto de cerio-circonio y los componentes se molieron adicionalmente hasta un tamaño de partícula del 90% menor de 5 micrómetros. Con la lechada se recubrió el lado de entrada de un filtro de cordierita de flujo de pared hasta una distancia del 50% de la longitud axial usando procedimientos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del recubrimiento, el filtro y el recubrimiento de entrada se secaron y, a continuación, se calcinaron a una temperatura de 550°C durante aproximadamente 1 hora.

Recubrimiento de salida

45 Los componentes presentes en el recubrimiento de salida fueron gamma alúmina de gran área superficial estabilizada con lantano, un material compuesto de cerio-circonio con 28% de cerio en peso, paladio, y óxido de circonio, a concentraciones de aproximadamente 57,5%, 32,8%, 1,0%, 0,5%, y 8,2%, respectivamente, en base al peso calcinado del catalizador. La carga total del recubrimiento de salida fue de 37,22 g/l. El óxido de circonio se introdujo en forma de una solución de acetato. El contenido en OSC (componente de almacenamiento de oxígeno) en el recubrimiento fue de aproximadamente 9%. La carga de metal del recubrimiento de salida fue de 0,53 g/l en total.

55 Se impregnaron paladio en la forma de una solución de nitrato de paladio y platino en la forma de una amina mediante un mezclador planetario (P-mixer) sobre la alúmina en una solución acuosa para formar un polvo húmedo mientras que se lograba una incipiente humedad. Se agregó la solución de circonio y el pH se ajustó a entre 3 y 3,5. Los componentes se molieron hasta un tamaño de partícula del 90% de 8-10 micrómetros. Se agregó el material compuesto de cerio-circonio y los componentes se molieron adicionalmente hasta un tamaño de partícula del 90% menor de 5 micrómetros. Con la lechada se recubrió el lado de salida del filtro de cordierita de flujo de pared a una distancia del 50% de la longitud axial usando procedimientos de deposición conocidos en la técnica. Después del

recubrimiento, se secaron el filtro más los recubrimientos de entrada y de salida y, a continuación, se calcinaron a una temperatura de 550°C durante aproximadamente 1 hora.

Ejemplo 5

Ensayo

- 5 Los filtros de hollín de los Ejemplos 1, 2, 3, y del Ejemplo de Referencia 4 se ensayaron para determinar su contribución a la contrapresión. La caída de presión de los filtros con los recubrimientos comparada con los filtros en blanco no se incrementó de manera significativa. Los resultados de la caída de presión en centímetros de agua con relación al flujo (cm³/min) de los Ejemplos 1, 2, 3, y del Ejemplo de Referencia 4 se proporcionan en las FIGS. 5, 6, 7, y 8, respectivamente.

10 Ejemplo 6

Comparativo

- 15 Se preparó un monolito de flujo conteniendo un recubrimiento de base conjuntamente con el material catalítico de doble capa del Ejemplo 2. El monolito de flujo tenía un volumen de 1,5 litros, una densidad de celdas de 93 celdas por centímetro cuadrado, y un espesor de pared de aproximadamente 100 µm. El recubrimiento de base contenía gamma alúmina activada, circonio, y un aglomerante. Las capas de revestimiento inferior y superior se prepararon tal como se describe en el Ejemplo 2 para los recubrimientos de entrada y salida, respectivamente.

Ejemplo 7

Comparativo

- 20 Se preparó un monolito de flujo conteniendo un recubrimiento de base conjuntamente con el material catalítico de doble capa del Ejemplo 3. El monolito de flujo tenía un volumen de 1,5 litros, una densidad de celdas de 93 celdas por centímetro cuadrado, y un espesor de pared de aproximadamente 100 µm. El recubrimiento de base contenía gamma alúmina activada, circonio, y un aglomerante. Las capas de revestimiento inferior y superior se prepararon tal como se describe en el Ejemplo 3 para los recubrimientos de entrada y salida, respectivamente.

Ejemplo 8

25 Comparativo

- 30 Se preparó un monolito de flujo conteniendo un recubrimiento de base conjuntamente con una capa del material catalítico. El recubrimiento de base contenía gamma alúmina activada, circonio, y un aglomerante. El material catalítico contenía platino y paladio con una carga total de metal precioso de 2,12 g/l y con una relación de Pt/Pd de 2/1. El monolito de flujo tenía un volumen de 1,5 litros, una densidad de celdas de 93 celdas por centímetro cuadrado, y un espesor de pared de aproximadamente 100 µm. La capa de revestimiento se preparó tal como se describe en el Ejemplo 4 para el recubrimiento de entrada.

Ejemplo 9

Comparativo

- 35 Se preparó un monolito de flujo conteniendo el material catalítico de doble capa del Ejemplo 3 (sin recubrimiento de base). El monolito de flujo tenía un volumen de 1,5 litros, una densidad de celdas de 93 celdas por centímetro cuadrado, y un espesor de pared de aproximadamente 100 µm. Las capas de revestimiento inferior y superior se prepararon tal como se describe en el Ejemplo 3 para los recubrimientos de entrada y salida, respectivamente.

Ejemplo 10

Ensayo

- 40 Se envejecieron muestras del núcleo con dimensiones de 2,5 cm x 7,6 cm procedentes de los materiales compuestos de los Ejemplos 2-4 y 6-9 a 900°C en aire durante 5 horas. Después del envejecimiento, se evaluaron los materiales compuestos usando un simulador de vehículo de gasolina al que se le suministraron hidrocarburos (C1) conteniendo 7,5% de etano, 40% de propileno, 22,5% de pentano, y 30% de benceno, con varios protocolos de ensayo, incluyendo tiempo de retardo OBD, modelo lambda transitorios, y ciclos de conducción MVEG.
- 45 Se midieron las conversiones HC/CO/NO_x mientras la temperatura se subió rápidamente a 500°C. Se midieron las concentraciones de hidrocarburo, CO, y NO_x usando un analizador de Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR). La Tabla 1 proporciona porcentajes residuales de HC, CO, y NO_x.

Tabla 1

Ejemplo	Substrato	Carga PM g/l	% residual		
			HC	CO	NO _x
2	Filtro hollín 50% de porosidad	2,40	2,3	7,3	15,3
3	Filtro hollín 59% de porosidad	2,15	1,8	5,4	12,4
4 Referencia	Filtro hollín 50% de porosidad	1,32	6,1	13,5	19,6
6 Comparativo	M de flujo/recubrimiento base	2,40	2,1	5,9	16,5
7 Comparativo	M de flujo/recubrimiento base	2,15	2,0	4,8	10,3
8 Comparativo	M de flujo/recubrimiento base	1,32	5,4	15,0	18,5
9 Comparativo	Flujo	2,15	1,8	4,6	9,2

En base a la Tabla 1, se concluye que los filtros de hollín catalizados de los Ejemplos 2 y 3 y el Ejemplo de referencia 4 proporcionan conversiones comparables al material catalítico sobre monolitos de flujo de los Ejemplos Comparativos 6-9. De este modo, los filtros de hollín catalizados de los Ejemplos 2 y 3 y el Ejemplo de Referencia 4 podrían usarse como substitutos para monolitos de flujo catalizados en sistemas de emisiones que requieran colectores de partículas. En la medida en que existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento del NO_x entre los filtros de hollín y los monolitos de flujo, los colectores de NO_x situados después y los catalizadores SCR que típicamente se encuentran en sistemas GDI de mezcla pobre estarían disponibles para compensar según se necesitara para el tratamiento de NO_x. En resumen, el uso de un filtro de hollín conteniendo una carga de metal precioso deseada proporciona un tratamiento de las emisiones de HC, CO, y NO_x comparable al monolito de flujo, con el beneficio adicional de la retención de partículas.

La referencia a lo largo de la presente memoria descriptiva a “una realización”, “ciertas realizaciones”, “una o más realizaciones” o “la realización” se refiere a que una característica, estructura, material, o carácter particular descrito en conexión con la realización está incluida en al menos una realización de la invención. Así, las expresiones de frases tales como “en una o más realizaciones”, “en ciertas realizaciones”, “en una realización” o “en la realización” en varios sitios a lo largo de la presente memoria descriptiva, no se refieren necesariamente a la misma realización de la invención. Además, las características, estructuras, materiales, o caracteres particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de tratamiento de emisiones (3, 100) adecuado para el tratamiento de un gas de escape que comprende hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y partículas, situado aguas abajo de un motor de inyección directa de gasolina (5, 102), comprendiendo el sistema de tratamiento de emisiones:
 - 5 un colector de partículas catalizadas (13, 110) que comprende un catalizador de conversión de tres vías (TWC) recubierto dentro de un colector de partículas,
en el que la composición del catalizador de conversión de tres vías está recubierto dentro tanto por el lado de entrada como por el lado de salida del colector de partículas; y
en el que uno del lado de entrada o del lado de salida está recubierto con un revestimiento que comprende paladio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno y el otro del lado de entrada o del lado de salida está recubierto con un revestimiento que comprende rodio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno.
 - 10
2. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 1, en el que el colector de partículas comprende un filtro de hollín.
- 15 3. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 1 que comprende además un colector de NO_x, un catalizador SCR, o ambos situados después del colector de partículas catalizadas.
4. El sistema de la reivindicación 1, en el que el lado de salida está recubierto con un revestimiento que comprende paladio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno y el lado de entrada está recubierto con un revestimiento que comprende rodio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno.
- 20 5. El sistema de la reivindicación 1 ó 4, en el que en el revestimiento que comprende paladio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno, el componente de almacenamiento de oxígeno está presente en una cantidad de hasta 10% en peso del revestimiento.
6. El sistema de la reivindicación 1 ó 4, en el que en el revestimiento que comprende rodio, un soporte, y un componente de almacenamiento de oxígeno, el componente de almacenamiento de oxígeno está presente en una cantidad de 10 hasta 25% en peso del revestimiento.
- 25 7. El sistema de la reivindicación 2, en el que el 50% o más de la carga total de metal del grupo del platino (PGM) está depositada sobre una distancia axial del 20-50% delante del filtro y 50% o menos de la carga de la carga total de PGM está depositada sobre una distancia axial del 50-80% después del filtro.

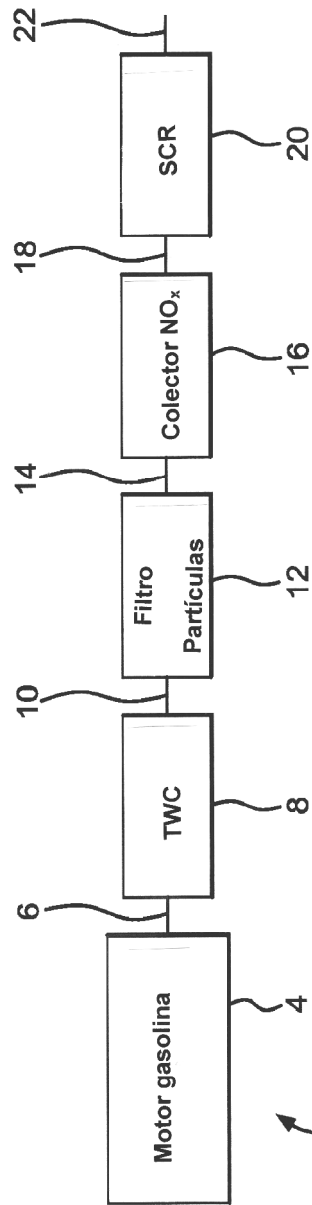


FIG. 1A

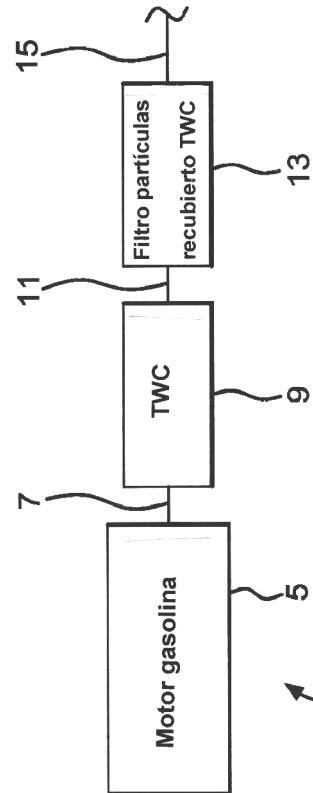
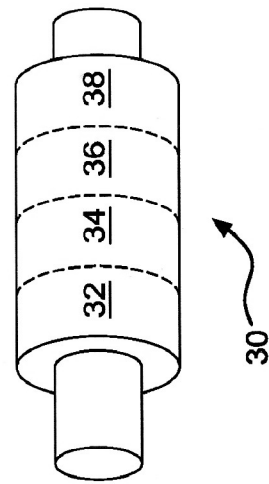
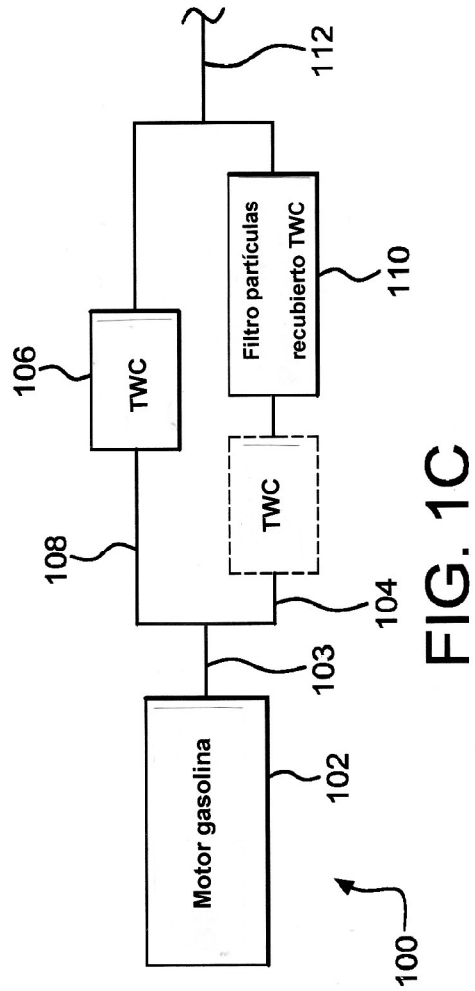


FIG. 1B



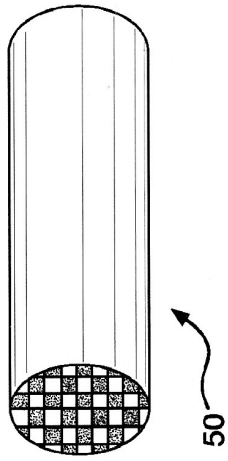


FIG. 3

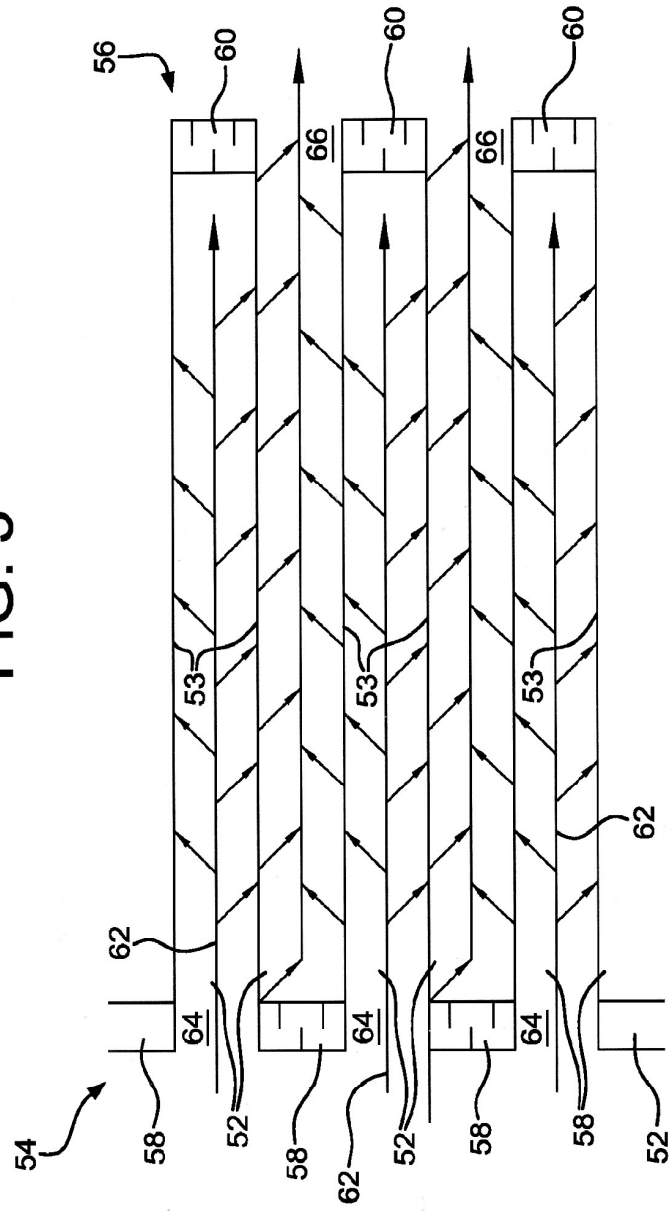


FIG. 4

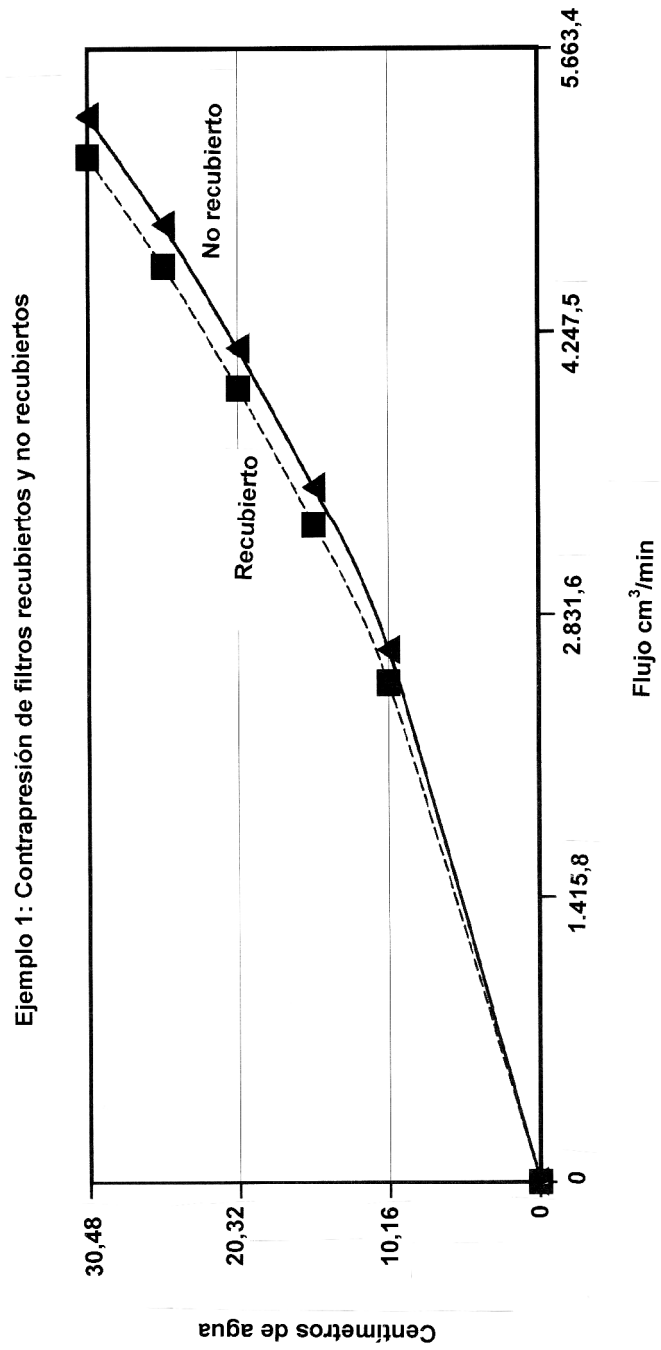


FIG. 5

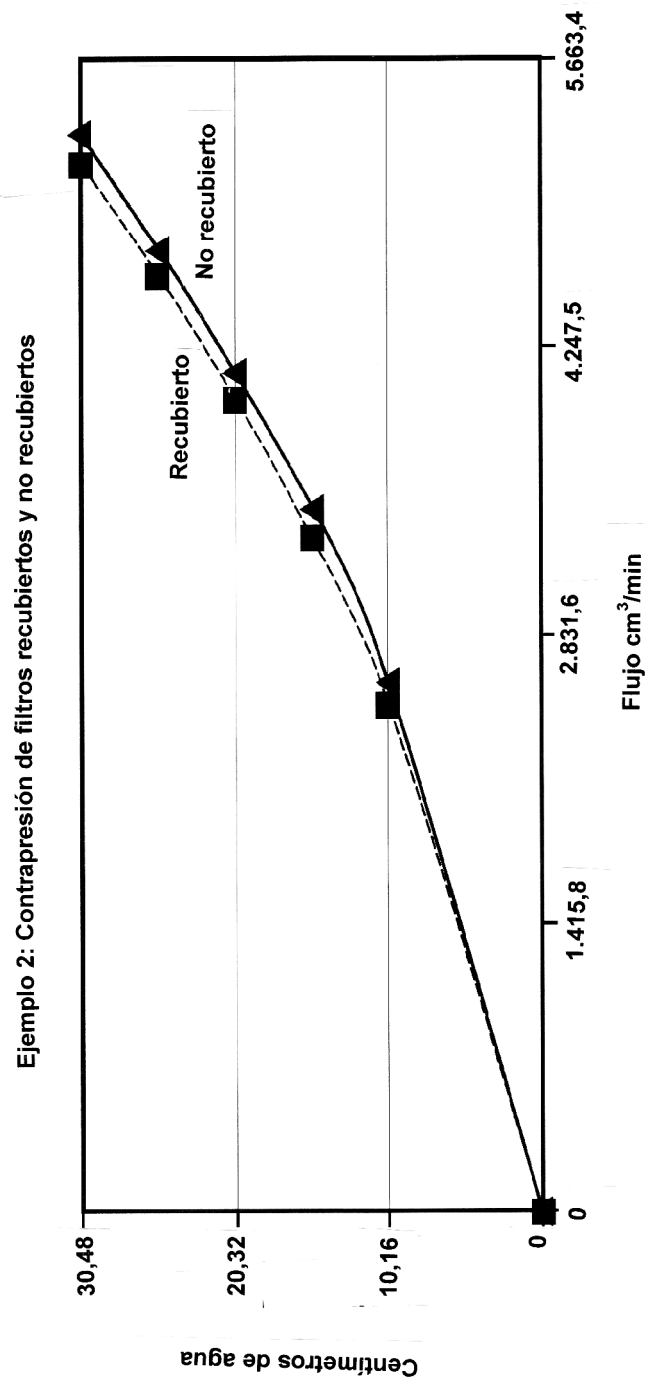


FIG. 6

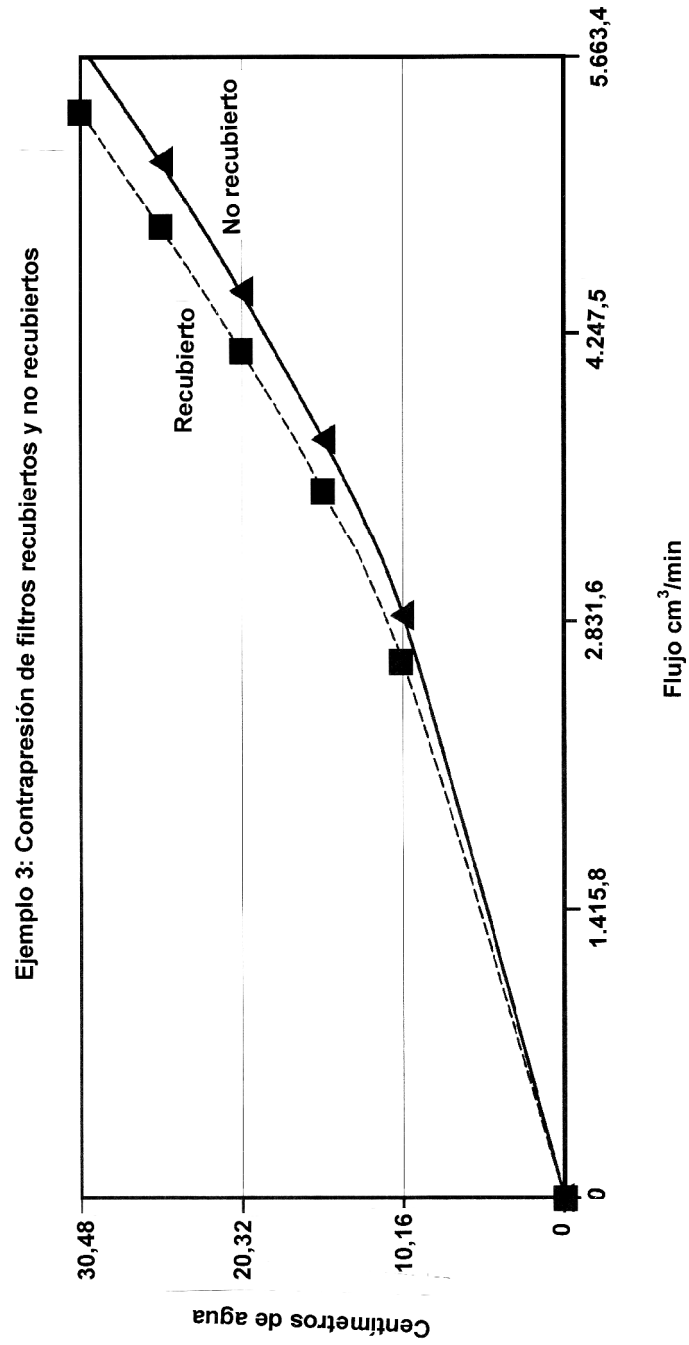


FIG. 7

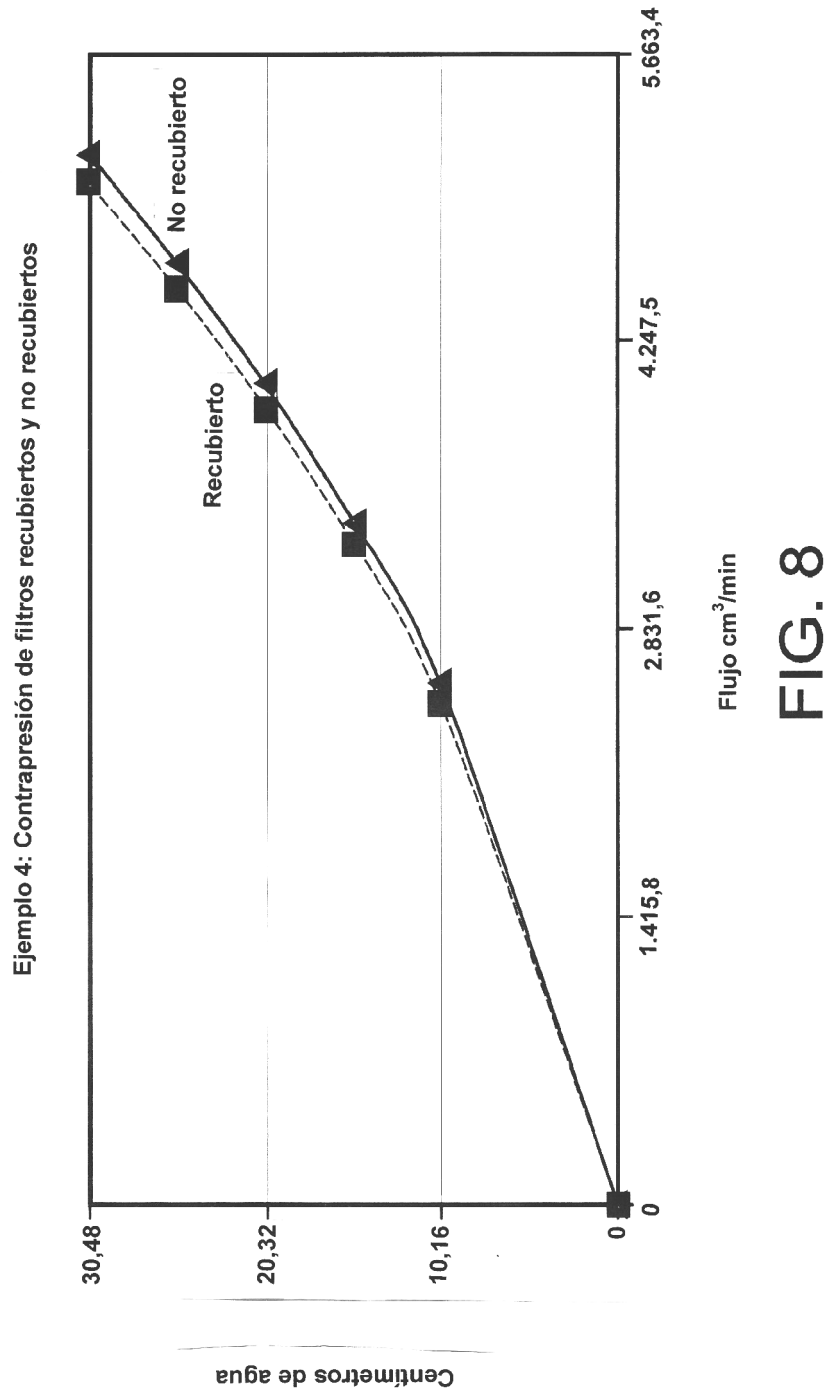


FIG. 8