

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 574**

51 Int. Cl.:

B01D 53/94 (2006.01)

B01J 37/02 (2006.01)

B01J 23/44 (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2013 PCT/US2013/057011**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2014 WO14026203**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2013 E 13770986 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 2882523**

54 Título: **Compuestos catalizadores de oxidación diésel**

30 Prioridad:

10.08.2012 US 201213571996

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

12.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SUNG, SHIANG;
ROTH, STANLEY A.;
WENDT, CLAUDIA;
STIEBELS, SUSANNE y
DOERING, HELKE**

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester

ES 2 811 574 T3

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

DESCRIPCIÓN

Compuestos catalizadores de oxidación diésel

5 Campo técnico

La presente invención se refiere generalmente a catalizadores en capas que se usan para tratar vapores gaseosos que contienen hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Más específicamente, esta invención se dirige a compuestos catalizadores de oxidación de combustión pobre que tienen múltiples capas; por ejemplo, dos
10 capas de material.

Antecedentes

15 El funcionamiento de motores de combustión pobre, por ejemplo, motores diésel y motores de gasolina de combustión pobre, proporcionan al usuario una excelente economía de combustible y tienen muy bajas emisiones de hidrocarburos en fase gaseosa y monóxido de carbono debido a su funcionamiento a altas relaciones aire/combustible en condiciones pobres de combustible. Las emisiones de los motores de combustión pobre incluyen partículas (PM), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos no combustionados (HC) y monóxido de carbono (CO). NO_x es un término que se usa para describir varias especies químicas de óxidos de nitrógeno, que incluyen el
20 monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), entre otros.

Los catalizadores de oxidación que comprenden un metal precioso disperso en un soporte de óxido metálico refractario se conocen por su uso en el tratamiento del escape de motores diésel para convertir los contaminantes gaseosos tanto de hidrocarburos como de monóxido de carbono en dióxido de carbono y agua al catalizar la
25 oxidación de estos contaminantes. Tales catalizadores se han contenido generalmente en unidades llamadas catalizadores de oxidación diésel (DOC), o de forma más simple convertidores catalíticos, los cuales se colocan en el camino del flujo del escape de un motor diésel para tratar el escape antes de que se libere a la atmósfera. Normalmente, los catalizadores de oxidación diésel se forman sobre portadores de sustrato cerámico o metálico (tal como el portador monolítico de flujo continuo, como se describe a continuación en la presente descripción) sobre los
30 cuales se depositan una o más composiciones de revestimiento de los catalizadores. Además de las conversiones de HC gaseoso, CO y partículas, los catalizadores de oxidación que contienen metales del grupo del platino (los cuales normalmente se dispersan en un soporte de óxido refractario) promueven la oxidación del óxido nítrico (NO) a NO₂.

35 Un factor importante en el diseño del DOC es la desactivación del catalizador después de la exposición a altas temperaturas. La desactivación del DOC que se induce térmicamente puede ocurrir como resultado de la sinterización del componente catalítico o portador. La sinterización del componente catalítico implica coalescencia o crecimiento cristalino de sitios catalíticos, los cuales se dispersan bien inicialmente. Esta agregación resulta en una pérdida de la relación superficie/volumen, al reducir el rendimiento catalítico. Alternativamente, la exposición del
40 DOC a altas temperaturas puede resultar en la sinterización del portador catalítico. Esto implica una pérdida de la estructura del poro del portador que causa la pérdida de accesibilidad a los sitios activos catalíticos.

El documento US 2010/0186375 A1 se refiere a componentes del escape diésel donde el paladio se segrega de un tamiz molecular, específicamente una zeolita, en un material catalítico.

45 El documento EP 1 004 347 A3 proporciona un catalizador que contiene dos capas funcionales superpuestas sobre un soporte inerte, en donde la primera capa, que se encuentra en contacto directo con el material de soporte, tiene una función de almacenamiento de óxido de nitrógeno, y la segunda capa, que se encuentra en contacto con los gases de escape, tiene una función catalítica.

El documento US 2008/0045405 A1 se dirige a un catalizador de oxidación diésel para el tratamiento de emisiones de gases de escape, el catalizador comprende una composición de impregnación que comprende dos capas de impregnación distintas que contienen dos relaciones distintivamente diferentes de Pt: Pd.

50 El documento EP 2 962 744 A1 proporciona un catalizador de oxidación para el tratamiento oxidativo de un hidrocarburo (HC) y monóxido de carbono (CO) en un gas de escape.

A medida que las regulaciones de emisiones se vuelven más estrictas, existe una necesidad continua de desarrollar sistemas de catalizadores de oxidación diésel (DOC) que proporcionen un rendimiento mejorado, por ejemplo, la formación mejorada de NO₂ en el DOC, lo cual mejorará el rendimiento general del sistema de emisiones del motor de combustión pobre.

60 Resumen

Los aspectos de la invención incluyen composiciones de catalizadores de oxidación diésel, métodos y sistemas para tratar gases de escape de motores de combustión pobre. Las modalidades de la invención son útiles para convertir NO_x, CO y HC del escape del motor, pero no se limitan a esto. Un aspecto de la invención se refiere a un catalizador de oxidación para disminuir las emisiones de gases de escape de un motor de combustión pobre que comprende un sustrato portador que tiene una longitud, un extremo de entrada y un extremo de salida, un material catalítico del catalizador de oxidación en el portador, el material catalítico del catalizador de oxidación que incluye una capa de
65

impregnación inferior y una capa de impregnación superior. La capa de impregnación inferior que comprende un componente de platino (Pt) y un componente de paladio (Pd) en una relación de peso Pt/Pd en el rango de aproximadamente 4:1 a 1:4; la capa de impregnación superior comprende una zeolita, Pt y un soporte de óxido metálico refractario, la capa de impregnación superior se encuentra sustancialmente libre de paladio, es decir, la

5 la capa de impregnación superior tiene una cantidad de paladio inferior al 10 % en peso del metal del grupo del platino en el capa de impregnación superior. El compuesto catalizador de oxidación de este aspecto de la invención es eficaz para disminuir los hidrocarburos y el monóxido de carbono, y también es eficaz para la oxidación de NO a NO₂ en un motor de combustión pobre. En algunas modalidades, la capa de impregnación superior se encuentra sustancialmente libre de bario y la capa de impregnación inferior se encuentra sustancialmente libre de zeolita. En

10 otras modalidades, el soporte de óxido metálico refractario comprende sílice-alúmina. La capa de impregnación superior de diferentes modalidades comprende un componente de Pt en una cantidad en el rango de aproximadamente 0,353 g/L (10 g/pie³) a 4,238 g/L (120 g/pie³). En una o más de otras modalidades, la capa de impregnación inferior comprende un componente de Pt en una cantidad en el rango de aproximadamente 0,177 g/L (5 g/pie³) a 3,001 g/L (85 g/pie³) y comprende un componente de Pd en una cantidad en el rango de aproximadamente 0,176 g/L (5 g/pie³) a 1,766 g/L (50 g/pie³). La capa de impregnación superior contiene una mayor carga de metales del grupo del platino que la capa de impregnación inferior para maximizar la oxidación de NO. En modalidades adicionales, el compuesto contiene una relación de peso de metal del grupo del platino en la capa superior a la capa inferior en el rango de 2:1 a 4:1. En otras modalidades, la capa de impregnación superior comprende platino en el rango de aproximadamente 2,119 a 4,238 g/L (de 60 a 120 g/pie³) y la capa de

20 impregnación inferior comprende platino y paladio en una relación en peso de aproximadamente 1:4 a 1:1. En una o más modalidades, el catalizador de oxidación se adapta para maximizar la oxidación de CO y HC, en donde la capa de impregnación superior contiene una carga más baja de metales del grupo del platino que la capa de impregnación inferior. En algunas modalidades, la capa de impregnación superior comprende platino en el rango de aproximadamente 0,353 a 2,119 g/L (de 10 a 60 g/pie³) y la capa de impregnación inferior comprende platino y

25 paladio en una relación en peso platino/paladio en el rango de aproximadamente 1:1 a 4:1.

En una o más modalidades, la descripción se refiere a un compuesto catalizador de oxidación para disminuir las emisiones de gases de escape de un motor de combustión pobre que comprende un sustrato portador que tiene una longitud, un extremo de entrada y un extremo de salida, un material catalítico del catalizador de oxidación en el

30 portador, el material catalítico del catalizador de oxidación que incluye una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior. La capa de impregnación inferior que comprende un soporte de óxido metálico refractario, un componente de platino (Pt) y un componente de paladio (Pd) en la relación de peso Pt/Pd en el rango de aproximadamente 9:1 a 1:4. La capa de impregnación superior comprende una zeolita, un soporte de óxido metálico refractario, un componente de platino (Pt) y un componente de paladio (Pd) en la relación de peso Pt/Pd en el rango de aproximadamente 1:1 a 100:1. El compuesto catalizador de oxidación es eficaz para disminuir el hidrocarburo y el monóxido de carbono, y oxidar NO a NO₂ en el escape del motor de combustión pobre. En algunas modalidades, la capa de impregnación superior comprende además óxido de bario en el rango de aproximadamente 0,106 a 1,059 g/L (3-30 g/pie³). En diferentes modalidades, la capa de impregnación superior contiene una carga menor de metales del grupo del platino que la capa de impregnación inferior para maximizar la oxidación de CO y HC.

En una o más modalidades, la descripción se refiere a un compuesto catalizador para la disminución de las emisiones de gases de escape de un motor de combustión pobre que comprende un sustrato portador que tiene una longitud, un extremo de entrada y un extremo de salida, un material catalítico del catalizador de oxidación en el

45 portador, el material catalítico del catalizador de oxidación que incluye una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior. La capa de impregnación superior comprende un óxido metálico refractario, zeolita y un componente de platino (Pt) y un componente de paladio (Pd) en una relación de peso Pt/Pd en el rango de aproximadamente 9:1 a 1:4. La capa de impregnación inferior comprende Pt y un soporte de óxido metálico refractario, el compuesto catalizador de oxidación es eficaz para disminuir el hidrocarburo y el monóxido de carbono, y oxidar NO a NO₂ en el escape del motor de combustión pobre. En diferentes modalidades, la capa de impregnación inferior se encuentra sustancialmente libre de paladio y sustancialmente libre de bario. En algunas modalidades, la capa de impregnación inferior comprende además un componente de paladio, el componente de platino y el componente de paladio presentan una relación de peso Pt/Pd en el rango de aproximadamente 1:1 a 100:1. En modalidades adicionales, la capa de impregnación inferior comprende además óxido de bario en el rango de aproximadamente 0,106 a 1,059 g/L (3-30 g/pie³).

Otro aspecto de la descripción se refiere a un método para tratar los gases de escape de un motor de combustión pobre que comprende el flujo de los gases de escape a través de un sustrato de panel que comprende una capa de impregnación inferior que comprende un componente de platino (Pt) y un componente de paladio (Pd) en una

60 relación de peso Pt/Pd en el rango de aproximadamente 4:1 a 1:4; y una capa de impregnación superior que comprende una zeolita, Pt y un soporte de óxido metálico refractario, la capa de impregnación superior se encuentra sustancialmente libre de paladio, en donde el catalizador de oxidación diésel es eficaz para disminuir el CO y el HC, y de la corriente del gas de escape, oxida NO a NO₂. En diferentes modalidades, la capa de impregnación superior del compuesto catalizador de oxidación se encuentra sustancialmente libre de Ba y la capa de impregnación inferior se encuentra sustancialmente libre de zeolita. En una o más modalidades, el soporte de óxido metálico refractario comprende óxidos de sílice-alúmina.

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema para el tratamiento de la emisión de gases de escape de un motor de combustión pobre que incluye hidrocarburos, monóxido de carbono y otros componentes de escape. El sistema de tratamiento de emisiones comprende un conducto de escape que se comunica mediante un fluido con el motor de combustión pobre a través de un colector de escape; el compuesto catalizador de oxidación de una o más modalidades de la invención, en donde el sustrato portador es un sustrato de flujo trasverso o un sustrato de flujo de pared; y un filtro de hollín catalizado y una composición del catalizador SCR se ubican aguas abajo del compuesto catalizador de oxidación. En una o más modalidades, la composición del catalizador SCR se carga en el filtro de hollín catalizado. En algunas modalidades, la composición del catalizador SCR comprende una zeolita de poro pequeño que se promueve por cobre con aberturas de anillo de 8 miembros. En modalidades adicionales, la zeolita de poro pequeño tiene la estructura CHA.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un miembro portador refractario de tipo panal que puede comprender una nueva composición de impregnación del catalizador de oxidación diésel (DOC) de acuerdo con la presente invención;

la Figura 2 es una vista en sección transversal parcial ampliada con respecto a la Figura 1 y tomada a lo largo de un plano paralelo a las caras extremas del portador de la Figura 1, que muestra una vista ampliada de uno de los pasos de flujo de gas que se muestran en la Figura 1;

la Figura 3 es un esquema de un sistema de tratamiento de las emisiones del motor, de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

la Figura 4 es un esquema de un sistema de tratamiento de motores, de acuerdo con una modalidad de la presente invención; y

la Figura 5 es un esquema de un sistema de tratamiento de motores, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

Descripción detallada

Se proporcionan compuestos, sistemas y métodos del catalizador de combustión pobre (por ejemplo, diésel). El compuesto catalizador comprende dos capas de impregnación: una capa de impregnación inferior que comprende platino y paladio y un soporte de óxido metálico refractario; y una capa de impregnación superior que comprende un soporte de zeolita, platino y óxido metálico refractario. La capa de impregnación superior se encuentra sustancialmente libre de paladio, es decir, la capa de impregnación superior tiene una cantidad de paladio inferior al 10 % en peso del metal del grupo del platino en la capa de impregnación superior, y la capa de impregnación superior contiene una mayor carga de metales del grupo del platino que la capa de impregnación inferior para maximizar la oxidación de NO. Proporcionar las capas de impregnación separadas se destina a mejorar la formación de NO₂ sin una pérdida excesiva en la conversión de CO. Se ha descubierto que minimizar y/o eliminar el paladio de la capa de impregnación superior proporciona una mejor formación de NO₂ en los compuestos catalizadores envejecidos que experimentan envejecimiento cuando se colocan en un sistema de gases de escape de un motor de combustión pobre. Además, alterar la relación platino/paladio en el revestimiento inferior del material catalítico puede además mejorar la formación de NO₂ a la vez que minimiza la pérdida en la conversión de CO y HC en los compuestos catalizadores envejecidos.

Otro aspecto de la invención proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 7 para tratar las emisiones de corriente de gases de escape de un motor de combustión pobre que contienen hidrocarburos no quemados (HC) y monóxido de carbono (CO). Una corriente de gases de escape de un motor diésel puede tratarse con el compuesto catalizador que se describe en la presente descripción y proporcionar un contenido de NO₂ mejorado en los gases de escape que salen del compuesto catalizador.

De acuerdo con la presente invención, cada capa del compuesto catalizador tiene una composición de metal del grupo del platino diferente. El platino es sustancialmente el único metal del grupo del platino presente en la primera capa (la capa de impregnación primera o superior), mientras que tanto Pt como Pd se encuentran presentes en la segunda capa (la capa de impregnación segunda o inferior). Una gran cantidad de Pt en la capa de impregnación superior mejora la tolerancia al azufre a la vez que mejora la formación de NO₂. La capa de impregnación superior contiene un componente de almacenamiento de hidrocarburos (HC), una zeolita, para almacenar HC durante el período de arranque en frío del ciclo de conducción. Después del calentamiento del catalizador, el componente de almacenamiento de hidrocarburos (HC) liberará los HC almacenados que posteriormente se convierten sobre el catalizador. En algunas modalidades, la capa de impregnación superior se encuentra esencialmente libre de bario o compuestos de almacenamiento NO_x. En modalidades donde el bario se encuentra presente en la capa de impregnación superior, el óxido de bario puede encontrarse presente en una cantidad entre aproximadamente 0,106 y 1,059 g/L (entre 3 y 30 g/pie³). De acuerdo con una o más modalidades, la capa de impregnación superior contiene

ES 2 811 574 T3

una cantidad de Pt en el rango de aproximadamente 0,353 a 4,944 g/L (de 10 a 140 g/pie³), y en modalidades específicas, de aproximadamente 0,353 a 3,530 g/L (de 10 a 100 g/pie³).

La capa de impregnación segunda o inferior contiene Pt y Pd. La capa de impregnación inferior tiene una relación de peso Pt:Pd en el rango de aproximadamente 4:1 a 1:4. Además, se ejemplifican las relaciones Pt:Pd de aproximadamente 1:4, de aproximadamente 1:1 o de aproximadamente 2,5:1. En modalidades específicas, se proporciona una relación de peso Pt:Pd de impregnación inferior mínimo de 2,5:1 para maximizar la formación de NO₂, a la vez que se minimiza la pérdida de conversión de CO. En algunas modalidades, la capa de impregnación inferior no contiene ningún material de almacenamiento de HC (por ejemplo, una zeolita) para evitar la sinterización de PGM en la zeolita. En algunas modalidades, la capa de impregnación inferior contiene bario para estabilizar la impregnación de sílice-alúmina contra el envejecimiento a alta temperatura.

La referencia a un compuesto catalizador significa un objeto catalítico que incluye un sustrato portador, por ejemplo, un sustrato de panal, que tiene una o más capas de impregnación que contienen un componente catalítico, por ejemplo, un componente de metal del grupo del platino que es eficaz para catalizar la oxidación de HC, CO y/o NO_x.

La referencia a "esencialmente no", "esencialmente libre" y "sustancialmente libre" significa que el material citado puede proporcionarse intencionalmente en la capa citada, o migrar/dispersarse involuntariamente hacia la capa citada, en cantidades menores (es decir, <10 % en peso de la impregnación, 9 %, 8 %, 7 %, 6 %, 5 %, 4 %, 3 %, 2 %, o incluso 1 %).

La referencia a "sustancialmente libre de paladio" significa que el material citado puede encontrarse presente intencionalmente o no en la capa recitada en cantidades menores (es decir, <10 % en peso del metal del grupo del platino en esa impregnación, 9 %, 8 %, 7 %, 6 %, 5 %, 4 %, 3 %, 2 % o incluso 1 %). La referencia a "sustancialmente libre de bario" significa que el material citado puede encontrarse presente intencionalmente o no en la capa citada en cantidades menores (es decir, <2 % en peso de la impregnación).

La referencia a un porcentaje de metal del grupo del platino en peso seco (por ejemplo, "~ 2,8 % en peso seco") se refiere a la fracción de metal del grupo del platino en el soporte de óxido metálico refractario.

Los soportes de óxido metálico refractario de gran área superficial se refieren a partículas de soporte que tienen poros mayores de 20 Å y una amplia distribución de poros. Como se define en la presente descripción, dichos soportes de óxido metálico excluyen los tamices moleculares, específicamente las zeolitas. Los soportes de óxido metálico refractario de gran área superficial, por ejemplo, materiales de soporte de sílice-alúmina, también referidos como "óxidos de sílice-alúmina" exhiben normalmente un área superficial BET superior a 60 metros cuadrados por gramo ("m²/g"), a menudo hasta aproximadamente 200 m²/g o más. Tal sílice-alúmina generalmente comprende una mezcla de las fases de alúmina gamma y delta, pero también puede contener cantidades sustanciales de fases de alúmina eta, kappa y theta. Los óxidos de metal refractario distintos de la alúmina activada pueden usarse como soporte para al menos algunos de los componentes catalíticos en un catalizador dado. Por ejemplo, se conocen ceria a granel, circonia, circonia de sílice, alúmina alfa, titania, titania de sílice y otros materiales para tal uso. Aunque muchos de estos materiales tienen la desventaja de tener un área superficial BET considerablemente más baja que la alúmina activada, esa desventaja tiende a compensarse con una mayor durabilidad del catalizador resultante. El "área superficial BET" tiene su significado habitual referirse al método de Brunauer, Emmett, Teller para determinar el área superficial por adsorción de N₂ El de diámetro del poro y el volumen del poro también puede determinarse mediante el uso de adsorción de N₂ tipo BET. Preferentemente, la alúmina activa tiene un área superficial específica de 60 a 350 m²/g, y normalmente de 90 a 250 m²/g. La carga de impregnación del soporte de óxido refractario en el monolito es preferiblemente desde aproximadamente 6,1 hasta aproximadamente 366 g/L (desde aproximadamente 0,1 hasta aproximadamente 6 g/pulgada³), más preferiblemente desde aproximadamente 122 hasta aproximadamente 305 g/L (desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 5 g/pulgada³) y lo más preferiblemente desde aproximadamente 122 hasta aproximadamente 244 g/L (desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 4 g/pulgada³).

Como se usa en la presente descripción, los tamices moleculares, tales como las zeolitas, se refieren a materiales que en forma de partículas pueden soportar metales catalíticos del grupo del platino, los materiales que tienen una distribución de poros sustancialmente uniforme, con un tamaño de poro promedio no mayor de 20 Å. La referencia a un "soporte sin zeolita" en una capa del catalizador se refiere a un material que no es un tamiz molecular o zeolita y que recibe metales preciosos, estabilizadores, promotores, aglutinantes y similares mediante asociación, dispersión, impregnación u otros métodos adecuados. Los ejemplos de tales soportes incluyen, pero no se limitan a, óxidos de metal refractario de gran área superficial. Una o más modalidades de la presente invención incluyen un soporte de óxido metálico refractario de gran área superficial que comprende un compuesto activado que se selecciona del grupo que consiste en alúmina, circonia, sílice, titania, sílice-alúmina, circonia-alúmina, titania-alúmina, lantana-alúmina, lantana-zirconia-alúmina, baria-alúmina, baria-lantana-alúmina, baria-lantana-neodimio-alúmina, zirconia-sílice, titania-sílice y zirconia-titania.

La zeolita puede ser una zeolita natural o sintética como faujasita, chabazita, clinoptilolita, mordenita, siliconita, zeolita X, zeolita Y, zeolita ultraestable Y, zeolita ZSM-5, zeolita ZSM-12, zeolita SSZ-13, zeolita SAPO5, ofretita,

zeolita H beta o una zeolita beta. Los materiales específicos adsorbentes de zeolita tienen una alta relación sílice/alúmina. La zeolita puede tener una relación molar sílice/alúmina de al menos aproximadamente 25/1, preferiblemente de al menos aproximadamente 50/1, con rangos útiles de aproximadamente 25/1 a 1000/1, de 50/1 a 500/1 también como de aproximadamente 25/1 a 300/1, de aproximadamente 100/1 a 250/1, o también se ejemplifica alternativamente de aproximadamente 35/1 a 180/1. Las zeolitas preferidas incluyen zeolitas ZSM-5, Y y beta. Un adsorbente particularmente preferido puede comprender una zeolita beta del tipo que se describe en el documento US 6,171,556. La carga de zeolita en el monolito no debe ser menor a 6,1 g/L (0,1 g/pulgada³) para garantizar una capacidad de almacenamiento de HC suficiente y para evitar una liberación prematura de las parafinas almacenadas durante la rampa de temperatura después del almacenamiento a baja temperatura. Preferiblemente, el contenido de zeolita se encuentra en el rango de aproximadamente 24,4 a aproximadamente 42,7 g/L (de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 0,7 g/pulgada³). Una liberación prematura de aromáticos y parafinas de la zeolita puede causar un retardo en el apagado de CO y HC.

La referencia a "impregnado" significa que una solución que contiene metales preciosos se coloca en poros de un material tal como una zeolita o un soporte sin zeolita. En modalidades detalladas, la impregnación de metales preciosos se logra mediante la humedad incipiente, donde un volumen de una solución diluida que contiene metales preciosos es aproximadamente igual al volumen de los poros de los cuerpos del soporte. La impregnación de la humedad incipiente generalmente conduce a una distribución sustancialmente uniforme de la solución del precursor a través de todo el sistema de poros del material. Otros métodos para adicionar metales preciosos también se conocen en la técnica y pueden usarse.

A continuación, se proporcionan detalles de los componentes de un objeto y sistema de tratamiento de gases de acuerdo con las modalidades de la invención.

25 El portador

De acuerdo con una o más modalidades, el portador puede ser cualquiera de esos materiales que se usan normalmente para preparar catalizadores DOC y comprenderá preferiblemente una estructura de panel de metal o cerámica. Puede emplearse cualquier portador adecuado, tal como un portador monolítico del tipo que tiene una pluralidad de pasos de flujo de gases paralelos finos que se extienden a través de la cara de entrada o salida del portador, de modo que los pasos se encuentran abiertos al flujo de fluido a través del mismo. Los pasos, los cuales son esencialmente caminos rectos desde su entrada de fluido hasta su salida de fluido, se definen por paredes sobre las cuales el material catalítico se reviste como una "impregnación" para que los gases que fluyen a través de los pasos entren en contacto con el material catalítico. Los pasos de flujo del portador monolítico son canales de paredes delgadas, los cuales pueden tener cualquier forma y tamaño de sección transversal adecuada, como trapezoidal, rectangular, cuadrada, sinusoidal, hexagonal, ovalada, circular, etcétera.

Tales portadores monolíticos pueden contener hasta aproximadamente 140 (900) o más pasos de flujo (o "celdas") por cm² (pulgada cuadrada) de sección transversal, aunque pueden usarse muchos menos. Por ejemplo, el portador puede tener desde aproximadamente 7,75 hasta 93 (desde 50 hasta 600), más usualmente desde aproximadamente 31 hasta 62 (desde 200 hasta 400), celdas por cm² (celdas por pulgada cuadrada ("cpsi")). Las celdas pueden tener secciones transversales que son rectangulares, cuadradas, circulares, ovaladas, triangulares, hexagonales o de otras formas poligonales. Los sustratos de flujo tienen normalmente un espesor de pared entre 0,005 y 0,25 cm. Los sustratos de flujo trasverso preferidos tienen un espesor de pared de entre 0,005 y 0,04 cm.

El portador de cerámica puede hacerse de cualquier material refractario adecuado, por ejemplo, cordierita, cordierita- α alúmina, nitruro de silicio, carburo de silicio, mullita de circón, espodumena, alúmina-sílice magnesia, silicato de circonio, sillimanita, silicatos de magnesio, circón, pétalo, α -alúmina, aluminosilicatos y similares.

Los portadores útiles para los compuestos catalizadores en capas de la presente invención también pueden ser de naturaleza metálica y componerse de uno o más metales o aleaciones de metal. Los portadores metálicos pueden emplearse en diferentes formas, tal como lámina corrugada o forma monolítica. Los soportes metálicos preferidos incluyen los metales resistentes al calor y las aleaciones de metales tales como titanio y acero inoxidable, así como otras aleaciones en las cuales el hierro es un componente sustancial o importante. Dichas aleaciones pueden contener uno o más de, níquel, cromo y/o aluminio, y la cantidad total de estos metales puede comprender ventajosamente al menos el 15 % en peso de la aleación, por ejemplo, 10-25 % en peso de cromo, 3-8 % en peso de aluminio y hasta el 20 % en peso de níquel. Las aleaciones también pueden contener cantidades pequeñas o trazas de uno o más de otros metales tales como manganeso, cobre, vanadio, titanio y similares. La superficie de los soportes de metal que contienen aluminio puede oxidarse a altas temperaturas, por ejemplo, 1000 °C y superiores, para mejorar la resistencia a la corrosión de la aleación mediante la formación de una capa de óxido de aluminio en la superficie del portador. Tal oxidación inducida por alta temperatura puede mejorar la adherencia al portador, del soporte de óxido metálico refractario y los componentes de metal que se promueven catalíticamente.

Para un filtro de hollín catalizado (CSF), el sustrato puede ser un filtro de flujo de pared de panel, un filtro de fibra enrollada o empaquetada, espuma de celda abierta, un filtro de metal sinterizado, etcétera, prefiriéndose los filtros de flujo de pared. Los sustratos de flujo de pared útiles para soportar las composiciones de CSF tienen una

pluralidad de pasos finos de flujo de gases, sustancialmente paralelos que se extienden a lo largo del eje longitudinal del sustrato. Normalmente, cada paso se bloquea en un extremo del cuerpo del sustrato, con pasos alternativos que se bloquean en las caras de los extremos opuestos.

5 Los sustratos de flujo de pared específicos para usar en el sistema inventivo incluyen panales (monolitos) de paredes porosas delgadas a través de las cuales pasa la corriente de fluido sin causar un aumento demasiado grande en la contrapresión o caída de presión a través del objeto. Normalmente, la presencia de un objeto de flujo de pared limpio creará una contrapresión de 0,25 kPa a 69 kPa. Los sustratos de flujo de pared de cerámica que se usan en el sistema se forman preferiblemente por un material que tiene una porosidad de al menos el 40 % (por ejemplo, desde el 40 hasta el 70 %) que tiene un tamaño de poro medio de al menos 5 micrones (por ejemplo, desde 5 hasta 30 micrones). Más preferiblemente, los sustratos tienen una porosidad de al menos el 46 % y tienen un tamaño de poro medio de al menos 10 micrones. Cuando los sustratos con estas porosidades y estos tamaños de poro medio se revisten con las técnicas que se describen a continuación, pueden cargarse niveles adecuados de las composiciones de catalizadores de CSF en los sustratos para lograr una excelente eficiencia de conversión de NO_x y quemar el hollín. Estos sustratos aún pueden retener características adecuadas de flujo de escape, es decir, contrapresiones aceptables, a pesar de la carga del catalizador CSF. Los sustratos de flujo de pared adecuados se describen, por ejemplo, en el documento US 4,329,162.

20 Las Figuras 1 y 2. Las Figuras 1 y 2 muestran un miembro portador ejemplar 2, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. Con referencia a la Figura 1, el miembro portador refractario 2 tiene una forma cilíndrica con una superficie externa cilíndrica 4, una cara extrema aguas arriba 6 y una cara extrema aguas abajo 8, que es idéntica a la cara extrema 6. El miembro portador 2 tiene una pluralidad de pasos de flujo de gas finos paralelos 10 que se forman en el mismo. Como se ve en la Figura 2 pasos de flujo 10 se forman por paredes 12 y se extienden a través del portador 2 desde la cara del extremo aguas arriba 6 hasta la cara del extremo aguas abajo 8, estando los pasos 10 sin obstrucciones para permitir el flujo de un fluido, por ejemplo, una corriente de gas, longitudinalmente a través del portador 2 mediante los pasos de flujo de gas 10 de los mismos. Como se ve más fácilmente en la Figura 2 paredes 12 se dimensionan y configuran de manera que los pasos de flujo de gas 10 tienen una forma poligonal sustancialmente regular, sustancialmente cuadrada en la modalidad ilustrada, pero con esquinas redondeadas de acuerdo con la patente de los Estados Unidos 4,335,023, emitida el 15 de junio de 1982 a JC Dettling y otros. Una capa inferior discreta 14, que en la técnica y a veces a continuación se denomina "impregnación", se adhiere o reviste sobre las paredes 12 del miembro portador. Como se muestra en la Figura 2, una segunda capa de impregnación superior discreta 16 se recubre sobre la capa de impregnación inferior 14.

35 Como se muestra en la Figura 2, el miembro portador incluye espacios vacíos que se proporcionan mediante los pasos 10 de flujo de gas, y el área de la sección transversal de estos pasos 10 y el grosor de las paredes 12 que definen los pasos variarán de un tipo de miembro portador a otro. De manera similar, el peso de la impregnación que se aplica a dichos portadores variará de un caso a otro. En consecuencia, al describir la cantidad de impregnación o componente de metal catalítico u otro componente de la composición, es conveniente usar unidades de peso de componente por unidad de volumen de portador catalizador. Por lo tanto, las unidades gramos por pulgada cúbica ("g/pulgada³") y gramos por pie cúbico ("g/pie³") se usan en la presente descripción para significar el peso de un componente por volumen del miembro portador, que incluye el volumen de espacios vacíos del miembro portador.

45 Durante la operación, las emisiones gaseosas de escape de un motor de combustión pobre que comprende hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre encuentran inicialmente la capa de impregnación superior 16, y luego encuentran la capa de impregnación inferior 14.

Preparación de Compuestos Catalizadores

50 Los compuestos catalizadores pueden prepararse fácilmente mediante procesos bien conocidos en la técnica anterior. Un proceso representativo se establece a continuación. Como se usa en la presente descripción, el término "impregnación" tiene su significado habitual en la técnica de un revestimiento delgado y adherente de un material catalítico u otro que se aplica a un material portador de sustrato, tal como un miembro portador de tipo panel, que es suficientemente poroso para permitir el paso a través de la corriente de gas a tratar.

55 El catalizador compuesto puede prepararse fácilmente en capas en un portador monolítico. Para una primera capa de una impregnación específica, las partículas finamente divididas de un óxido metálico refractario de gran área superficial se suspenden en un vehículo apropiado, por ejemplo, agua. El portador puede sumergirse una o más veces en dicha suspensión o la suspensión puede recubrirse sobre el portador de manera que se deposite sobre el portador la carga deseada del óxido metálico, por ejemplo, aproximadamente 30,5 a aproximadamente 152,5 g/L (aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,5 g/pulgada³) por inmersión. Para incorporar componentes tales como metales preciosos (por ejemplo, paladio, rodio, platino y/o combinaciones de los mismos), estabilizadores y/o promotores, dichos componentes pueden incorporarse en la suspensión como una mezcla de compuestos o complejos solubles en agua o dispersables en agua. Posteriormente, el portador recubierto se calcina por calentamiento, por ejemplo, a 400-600 °C durante aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 3 horas. Para los fines de la presente invención, el término "componente de platino" significa cualquier compuesto, complejo o similar que, tras la calcinación o uso del mismo, se descompone o se convierte de otra forma en una forma

5 catalíticamente activa, generalmente el metal o el óxido metálico. Normalmente, cuando se desea paladio, el
 componente de paladio se usa en forma de un compuesto o complejo para lograr la dispersión del componente en el
 soporte de óxido metálico refractario, por ejemplo, sílice-alúmina. Para los fines de la presente invención, el término
 "componente de paladio" significa cualquier compuesto, complejo o similar que, tras la calcinación o el uso del
 mismo, se descompone o se convierte de otro modo en una forma catalíticamente activa, generalmente el metal o el
 óxido metálico. Pueden usarse compuestos solubles en agua o compuestos dispersables en agua o complejos del
 componente metálico siempre que el medio líquido que se usa para impregnar o depositar el componente metálico
 sobre las partículas de soporte de óxido metálico refractario no reaccione negativamente con el metal o su
 compuesto o sus complejos u otros que pueden estar presentes en la composición catalizadora y que pueden
 eliminarse del componente metálico por volatilización o descomposición al calentar y/o aplicar un vacío. En algunos
 casos, la finalización de la eliminación del líquido puede no tener lugar hasta que el catalizador se ponga en uso y se
 someta a las altas temperaturas que encuentra durante la operación. Generalmente, tanto desde el punto de vista
 económico como medioambiental, se usan soluciones acuosas de compuestos o complejos solubles de metales
 preciosos. Por ejemplo, los compuestos adecuados son nitrato de paladio o tetraamina, nitrato de paladio o ácido
 cloroplatinico de platino, hidróxido de platino solubilizado en amina, etcétera. Durante la etapa de calcinación, o al
 menos durante la fase inicial de uso del compuesto, dichos compuestos se convierten en una forma catalíticamente
 activa del metal o un compuesto del mismo.

20 Un método adecuado para preparar cualquier capa del compuesto catalizador en capas de la invención es 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 metálico refractario de gran área superficial finamente dividido, por
 ejemplo, sílice-alúmina, que se encuentra suficientemente seco para absorber sustancialmente toda la solución para
 formar un sólido húmedo que luego se combina con agua para formar una suspensión revestible. En una o más
 modalidades, la suspensión es ácida, que tiene, por ejemplo, un pH de aproximadamente 2 a menos de
 aproximadamente 7. El pH de la suspensión puede reducirse mediante la adición de una cantidad adecuada de un
 ácido inorgánico u orgánico a la suspensión. Pueden usarse combinaciones de ambos cuando se considera la
 compatibilidad del ácido y las materias primas. Los ácidos inorgánicos incluyen, pero no se limitan a, ácido nítrico.
 Los ácidos orgánicos incluyen, pero no se limitan a, ácido acético, propiónico, oxálico, malónico, succínico,
 glutámico, adípico, maleico, fumárico, ftálico, tartárico, cítrico y similares. Posteriormente, si se desea, pueden
 añadirse a la suspensión compuestos o estabilizadores solubles en agua o dispersables en agua, por ejemplo,
 acetato de bario, y un promotor, por ejemplo, nitrato de lantano.

35 En una modalidad, la suspensión se tritura a continuación para dar como resultado que sustancialmente todos los
 sólidos tengan tamaños de partícula de menos de aproximadamente 20 micrómetros, es decir, entre
 aproximadamente 0,1-15 micrómetros, en un diámetro promedio. La trituración puede lograrse en un molino de bolas
 u otro equipo similar, y el contenido de sólidos de la suspensión puede ser, por ejemplo, aproximadamente 20-60 %
 en peso, más particularmente aproximadamente 30-40 % en peso.

40 Pueden prepararse capas adicionales, es decir, capas segunda y tercera, y depositarlas sobre la primera capa de la
 misma manera que se describió anteriormente para depositar la primera capa sobre el portador.

45 Antes de describir varias modalidades ejemplares de la presente invención, debe entenderse que la invención no se
 limita a los detalles de la construcción o los pasos del proceso que se establecen en la siguiente descripción. La
 invención es capaz de otras modalidades y de ser practicada de diferentes maneras. A continuación, se
 proporcionan diseños preferidos para el catalizador en capas, que incluyen combinaciones tales como las citadas
 que se usan solas o en combinaciones ilimitadas, los usos para los cuales incluyen sistemas y métodos de otros
 aspectos de la presente invención.

50 Como se discutió previamente, la composición catalizadora de la presente invención comprende dos capas en las
 que se emplean dos composiciones claramente diferentes de metales del grupo del platino. La primera capa de
 impregnación comprende una zeolita, Pt y un soporte de óxido metálico refractario. La capa de impregnación
 superior se encuentra sustancialmente libre de paladio, es decir, la capa de impregnación superior tiene una
 cantidad de paladio inferior al 10 % en peso del metal del grupo del platino en la capa de impregnación superior. La
 segunda capa de impregnación inferior contiene platino y paladio en una relación en peso Pt:Pd en peso de entre
 4:1 y 1:4. En una modalidad, la carga total de componentes de metales preciosos basada en gramos de metales
 preciosos por volumen de monolito es de 0,177 a 1,7657 g/L (5 a 500 g/pie³), preferiblemente 0,353 a 8,829 g/L (10
 a 250 g/pie³), preferiblemente de 0,530 a 5,297 g/L (15 a 150 g/pie³).

60 En una modalidad de la presente descripción, se invierten la capa de Pt alta para la oxidación de NO y la capa de
 Pt:Pd inferior para la oxidación de CO/HC. El platino y el paladio se encuentran presentes en la capa de
 impregnación superior en una relación de peso Pt:Pd en un rango de aproximadamente 1:4 a 10:1, más
 específicamente 1:1 a 5:1, e incluso más específicamente aproximadamente 1:1 a 2:1, y la capa de impregnación
 inferior en esta modalidad tiene una alta relación en peso Pt:Pd de aproximadamente 5:1 a 100:1, más
 específicamente 5:1 a 10:1. La carga total de Pt y Pd en la capa de impregnación inferior es de aproximadamente
 3,178 g/L (90 g/pie³) y la carga total de Pt y Pd en la capa de impregnación superior es de 1,059 g/L (30 g/pie³). La

carga de metales preciosos de esta modalidad es útil para mejorar la disminución de CO mientras se mantiene la oxidación de NO mejorada.

5 En una o más modalidades, la carga total de platino (Pt) en la capa de impregnación superior se encuentra en el rango de aproximadamente 0,353 a 4,238 g/L (10 g/pie³ a 120 g/pie³). En algunas modalidades, el Pt total en la capa de impregnación superior se encuentra en el rango de aproximadamente 2,119 a 4,238 g/L (60 g/pie³ a 120 g/pie³), o incluso en el rango de aproximadamente 0,353 a 2,119 g/L (10 a 60 g/pie³). En algunas modalidades, la carga total de platino y paladio en la capa de impregnación superior se encuentra en el rango de aproximadamente 2,472 a 4,238 g/L (70 g/pie³ a 120 g/pie³), o alternativamente en el rango de aproximadamente 0,353 a 2,119 g/L (10 g/pie³ a 60 g/pie³). En una o más modalidades, la carga total de platino en la capa inferior se encuentra en el rango de aproximadamente 0,177 g/L (5 g/pie³) a 3,00 g/L (85 g/pie³) y la carga total de paladio en la capa inferior se encuentra en el rango de aproximadamente 0,177 g/L (5 g/pie³) a 1,766 g/L (50 g/pie³). En una o más modalidades de la invención, el contenido total combinado de platino y paladio de la capa de impregnación superior y la capa de impregnación inferior se encuentra presente en una relación en peso Pt:Pd de aproximadamente 4:1. En una o más modalidades, el compuesto contiene una relación en peso de metal de grupo platino en la capa superior a la capa inferior en el rango de aproximadamente 2:1 a 4:1. La capa de impregnación inferior comprende Pt y Pd en una relación en peso de Pt:Pd en el rango de aproximadamente 1:4 a 4:1.

20 En diferentes modalidades de la presente descripción, los componentes de la capa de impregnación superior e inferior descritos anteriormente pueden invertirse. Por ejemplo, en una o más modalidades, la capa de impregnación superior comprende un componente Pt y un componente Pd en una relación en peso de Pt:Pd en el rango de aproximadamente 9:1 a 1:4. En otras modalidades, la capa de revestimiento inferior comprende Pt y Pd en una relación en peso de Pt:Pd en el rango de aproximadamente 1:1 a 100:1. En una o más modalidades, la capa de impregnación inferior comprende óxido de bario en el rango de aproximadamente 0,106 a 1,059 g/L (3-30 g/pie³).

25 En algunos aspectos de la invención, el material compuesto puede adaptarse para la oxidación de NO a NO₂. Específicamente, el compuesto puede adaptarse para la formación de NO₂ en el rango de aproximadamente 40 % a 60 % del NO_x total.

30 Sistemas de Emisión para Motores de Combustión Pobre

Otro aspecto de la invención concierne a un sistema de tratamiento de emisiones que comprende uno o más componentes además de los compuestos catalizadores descritos en la presente descripción para el tratamiento de emisiones de gases de escape diésel. Un sistema de tratamiento de emisiones ejemplar puede apreciarse más fácilmente con referencia a la Figura 3, que representa una representación esquemática de un sistema de tratamiento de emisiones 32, de acuerdo con esta modalidad de la presente invención. Con referencia a la Figura 3, una corriente de gases de escape que contiene contaminantes gaseosos (por ejemplo, hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y NO_x) y partículas se transporta a través de una línea de transferencia de escape 36 desde un motor de combustión pobre 34 tal como un motor diésel a un catalizador de oxidación diésel (DOC) 38, que tiene la forma del compuesto catalizador de acuerdo con las modalidades de la presente invención. En el DOC 38, los hidrocarburos gaseosos y volátiles no quemados (es decir, el VOF) y el monóxido de carbono se queman en gran medida para formar dióxido de carbono y agua. Además, una proporción del NO del componente NO_x puede oxidarse a NO₂ en el DOC. La corriente de escape se transporta luego a través de la línea de escape 40 a un filtro de hollín catalizado (CSF) 42, que atrapa las partículas presentes dentro de la corriente de gases de escape. El CSF 42 se cataliza opcionalmente para la regeneración pasiva. Después de la eliminación de partículas, a través de CSF 42, la corriente de gases de escape se transporta a través de la línea de escape 44. Se inyecta un precursor de amoníaco (por ejemplo, urea acuosa) a través de la línea 23 en la línea de escape 44. La corriente de gas de escape con amoníaco añadido se transporta a través de la línea 44 a un componente 46 de reducción catalítica selectiva (SCR) aguas abajo para el tratamiento y/o conversión de NO_x.

Otro ejemplo de sistema de tratamiento de emisiones se muestra en la Figura 4, que representa una representación esquemática de un sistema de tratamiento de emisiones 48, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. Con referencia a la Figura 4, una corriente de gas de escape que contiene contaminantes gaseosos (por ejemplo, Hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y NO_x) y partículas se transportan a través de la línea de escape 36 desde un motor de combustión pobre 34 tal como un motor diésel a un catalizador de oxidación diésel (DOC) 38, que se encuentra en forma del compuesto catalizador de acuerdo con las modalidades de la presente invención. En el DOC 38, los hidrocarburos gaseosos y volátiles no quemados (es decir, el VOF) y el monóxido de carbono se queman en gran parte para formar dióxido de carbono y agua. Además, una proporción del NO del componente NO_x puede oxidarse a NO₂ en el DOC. La corriente de escape se transporta a continuación a través de la línea de escape 44. Se inyecta un precursor de amoníaco (por ejemplo, urea acuosa) a través de la línea 23 en la línea de escape 44. La corriente de gas de escape con amoníaco agregado se transporta a través de la línea 44 a un reductor catalítico selectivo en un filtro de hollín catalítico (SCRoF) 50, para atrapar partículas presentes dentro de la corriente de gas de escape y tratar y/o convertir NO_x. Opcionalmente, la corriente de gas de escape puede transportarse a través de la línea 52 a un reductor catalítico selectivo (SCR) 53 aguas abajo para un tratamiento adicional y/o la conversión de NO_x.

Otro ejemplo de sistema de tratamiento de emisiones se ve en la Figura 5, que representa una representación esquemática de un sistema de tratamiento de emisiones 54, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. Con referencia a la Figura 5, una corriente de gas de escape que contiene contaminantes gaseosos (por ejemplo, hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y NO_x) y partículas se transporta a través de la línea de escape 36 desde un motor de combustión pobre 34 tal como un motor diésel a un catalizador de oxidación diésel (DOC) 38, que se encuentra en forma del compuesto catalizador de acuerdo con las modalidades de la presente invención. En el DOC 38, los hidrocarburos gaseosos y no volátiles no quemados (es decir, el VOF) y el monóxido de carbono se queman en gran parte para formar dióxido de carbono y agua. Además, una proporción del NO del componente NO_x puede oxidarse a NO_2 en el DOC. La corriente de escape se transporta a continuación a través de la línea 44. Se inyecta un precursor de amoníaco (por ejemplo, urea acuosa) a través de la línea 23 en la línea de escape 44. La corriente de gas de escape con amoníaco agregado se transporta a través de la línea 44 a un componente 56 de reducción catalítica selectiva (SCR) aguas abajo para el tratamiento y/o conversión de NO_x . Opcionalmente, la corriente de gas de escape puede transportarse a través de la línea 58 a un filtro de hollín catalizado (CSF) 60 para atrapar las partículas presentes dentro de la corriente de escape.

El catalizador SCR (46, 50, 53 o 56) puede ser cualquier composición que es eficaz para convertir un componente de NO_x a nitrógeno a través de la reducción catalítica selectiva con amoníaco sobre el rango de temperatura de aproximadamente 150 °C a aproximadamente 600 °C. Los catalizadores adecuados incluyen óxido de vanadio soportado en titania dopada con W o zeolitas promovidas con un metal base tal como cobre y/o hierro. Las zeolitas adecuadas incluyen ZSM-5, Beta, USY, CHA, etcétera. Las modalidades específicas se dirigen a las zeolitas que tienen aberturas de poros de 8 anillos y unidades de construcción secundaria de doble-seis anillos, por ejemplo, las que tienen los siguientes tipos de estructura: AEI, AFT, AFX, CHA, EAB, ERI, KFI, LEV, SAS, SAT y SAV. De acuerdo con una o más modalidades, se apreciará que, al definir las zeolitas por su tipo de estructura, se pretende incluir el tipo de estructura y cualquiera y todos los materiales de estructura isotípicos tales como materiales SAPO, ALPO y MeAPO que tienen el mismo tipo de estructura. En modalidades más específicas, la referencia a un tipo de estructura de zeolita de aluminosilicato limita el material a zeolitas que no incluyen fósforo u otros metales sustituidos en el marco. Por supuesto, las zeolitas de aluminosilicato pueden intercambiarse iónicamente posteriormente con uno o más metales promotores tales como metales del grupo hierro, cobre, manganeso, cobalto, níquel, cerio o platino. Sin embargo, para ser claros, como se usa en la presente descripción, "zeolita de aluminosilicato" excluye materiales de aluminofosfato tales como materiales de SAPO, ALPO y MeAPO, y el término más amplio "zeolita" pretende incluir aluminosilicatos y óxidos de sílice-alúmina-fosfato (SAPO).

En modalidades específicas del sistema, cuando una zeolita de poro pequeño promovida por un metal base con aberturas de poro de anillo de 8 miembros (~3,8 Angstroms) accesibles a través de su porosidad tridimensional se usa como la zeolita para el catalizador SCR, puede integrarse el catalizador SCR con el CSF. Para ser más específicos, el CSF, que tiene la forma de un filtro de flujo de pared, se carga con una impregnación de una zeolita de poro pequeño promovida con cobre y/o hierro con aberturas de anillo de 8 miembros. En modalidades específicas, la zeolita tiene la estructura cristalina CHA. La carga de la zeolita promovida por cobre y/o hierro en el filtro de flujo de pared puede variar de 0,018 g/L (0,5 g/pie³) a 0,08 g/L (2,4 g/pie³). En modalidades específicas, cargas de 0,018 g/L (0,5 g/pie³), 0,021 g/L (0,6 g/pie³), 0,02 g/L (0,7 g/pie³), 0,028 g/L (0,8 g/L pie³), 0,032 g/L (0,9 g/pie³), 0,035 g/L (1,0 g/pie³), 0,039 g/L (1,1 g/pie³), 0,042 g/L (1,2 g/pie³), 0,046 g/L (1,3 g/pie³), 0,049 g/L (1,4 g/pie³), 0,053 g/L (1,5 g/pie³), 0,085 g/L (2,4 g/pie³) se ejemplifican. En algunas modalidades, puede ser posible eliminar el catalizador SCR aguas abajo 53 del sistema, reduciendo así la huella de la configuración general del sistema porque se usan menos componentes. En modalidades específicas, la impregnación se encuentra en forma de una impregnación cargada de suspensión que se obtiene de la aplicación de suspensión de partículas sólidas de la zeolita en un vehículo líquido tal como agua, que se aplica al filtro de flujo de pared de manera que la impregnación pueda estar en la superficie y/o permear las paredes del filtro.

El compuesto catalizador de oxidación diésel de acuerdo con la presente invención puede aplicarse fácilmente a diferentes sistemas de tratamiento de emisiones. De acuerdo con la presente invención, el compuesto DOC con oxidación de NO mejorada puede emplearse en un sistema DOC+CSF o DOC+CSF+SCR para la quema pasiva de hollín, un sistema DOC+SCR o DOC+SCR+CSF para mejorar el rendimiento de SCR, con catalizadores SCR de Fe y/o Cu-zeolita, o un DOC+SCR en un sistema de filtro de hollín catalizado (DOC+SCRoF) para mejorar el rendimiento de SCRoF.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos no limitativos servirán para ilustrar diferentes modalidades de la presente invención. En cada uno de los ejemplos, el portador era cordierita. La referencia a una impregnación superior y una impregnación inferior no limita la ubicación del revestimiento en el portador.

Ejemplo 1

Se preparó un compuesto catalizador de oxidación que tenía dos capas: una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior. El compuesto catalizador en capas contenía paladio y platino con una carga total de metales preciosos de aproximadamente 4,238 g/L (120 g/pie³) y con una relación de peso nominal Pt/Pd/Rh de

aproximadamente 4/1/0. El sustrato tenía un volumen de 5,3 pulgada³ (0,09 l), una densidad de celda de 62 células por cm² (400 células por pulgada cuadrada) y un grosor de pared de aproximadamente 100 µm. Las capas se prepararon como sigue:

5 Capa de Impregnación Inferior

Los componentes presentes en la capa de impregnación inferior eran de gran área superficial (180 m²/g) de sílice-alúmina, hidróxido de bario (~1,7 % en peso seco), Pt (~1 % en peso seco) y Pd (~1 % en peso seco) con una relación de peso nominal Pt/Pd de 1/1. La carga total de la capa de impregnación inferior fue de 97,6 g/L (1,6 g/pulgada³).

El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa al combinar la sílice-alúmina con agua (suspensión de 45-50 % de sólidos) y ácido a pH <4,5, y moler hasta un tamaño de partícula de 90 % inferior a 8 micrones. La suspensión se revistió sobre un portador de cordierita mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más la capa de impregnación inferior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

20 Capa de impregnación Superior

Los componentes presentes en la capa de impregnación superior fueron una sílice-alúmina de gran área superficial, una zeolita H Beta (~42 % en peso seco), un aglutinante adecuado (~4 % en peso seco) y Pt (~6 % en peso seco), con una relación de peso nominal Pt/Pd de 1:0. La carga total de la capa externa fue de 73,2 g/L (1,2 g/pulgada³).

El platino en forma de una sal de amina se impregnó sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5. La suspensión se molió a un tamaño de partícula de 90 % menor que 16 micrones. La zeolita se añadió a la suspensión. La suspensión se molió luego a un tamaño de partícula de 90 % menor que 10 micrones. El aglutinante se añadió a la suspensión. La suspensión se revistió sobre el portador de cordierita sobre la capa de impregnación inferior mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más las capas de impregnación inferior y de impregnación superior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

Ejemplo 2

Se preparó un compuesto catalizador de oxidación que tenía dos capas: una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior. El compuesto catalizador en capas contenía paladio y platino con una carga total de metales preciosos de aproximadamente 4,238 g/L (120 g/pie³) y con una relación de peso nominal Pt/Pd/Rh de aproximadamente 4/1/0. El sustrato tenía un volumen de 5,3 pulgada³ (0,09 l), una densidad de celda de 62 células por cm² (400 células por pulgada cuadrada) y un grosor de pared de aproximadamente 100 µm. Las capas se prepararon como sigue:

45 Capa de Impregnación Inferior

Los componentes presentes en la capa de impregnación inferior fueron sílice-alúmina de gran área superficial (180 m²/g), hidróxido de bario (~1,7 % en peso seco), Pt (~2,2 % en peso seco) y Pd (~0,9 % en peso seco) con una relación de peso nominal Pt:Pd de 2,5:1. La carga total de la capa de impregnación inferior fue de 97,6 g/L (1,6 g/pulgada³).

El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa al combinar la sílice-alúmina con agua (suspensión de 45-50 % de sólidos) y ácido a pH <4,5, y moler hasta un tamaño de partícula de 90 % inferior a 8 micrones. La suspensión se revistió sobre un portador de cordierita mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más la capa de impregnación inferior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

60 Capa de impregnación Superior

Los componentes presentes en la capa de impregnación superior fueron una sílice-alúmina de gran área superficial, una zeolita H Beta, un aglutinante adecuado (~4 % en peso seco) y Pt (~3,5 % en peso seco) con una relación de peso nominal Pt:Pd de 1:0. La carga total de la capa de impregnación superior fue de 73,2 g/L (1,2 g/pulgada³).

El platino en forma de una sal de amina se impregnó sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5. La suspensión se molió a un tamaño de partícula de 90 % menor que 16 micrones. La zeolita se añadió luego a la suspensión. La suspensión se molió luego a un tamaño de partícula de 90 % menor que 10 micrones. El aglutinante se añadió a la suspensión. La suspensión se revistió sobre el portador de cordierita sobre la capa de impregnación inferior mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más las capas de impregnación inferior y de impregnación superior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

Ejemplo 3

Se preparó un compuesto catalizador de oxidación que tenía dos capas: una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior. El compuesto catalizador en capas contenía paladio y platino con una carga total de metales preciosos de aproximadamente 4,238 g/L (120 g/pie³) y con una relación de peso nominal Pt/Pd/Rh de aproximadamente 4/1/0. El sustrato tenía un volumen de 5,3 pulgada³ (0,09 l), una densidad de celda de 62 células por cm² (400 células por pulgada cuadrada) y un grosor de pared de aproximadamente 100 µm. Las capas se prepararon como sigue:

Capa de Impregnación Inferior

Los componentes presentes en la capa de impregnación inferior fueron sílice-alúmina de gran área superficial (180 m²/g), hidróxido de bario (~1,7 % en peso seco), Pt (~0,2 % en peso seco) y Pd (~0,9 % por peso seco) con una relación de peso nominal Pt/Pd de 1/4. La carga total de la capa de impregnación inferior fue de 97,6 g/L (1,6 g/pulgada³).

El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de la sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5, y la trituración a un tamaño de partícula de un 90 % menor que 8 micrones. La suspensión se revistió sobre un portador de cordierita mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más la capa de impregnación inferior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

Capa de impregnación Superior

Los componentes presentes en la capa de impregnación superior eran una sílice-alúmina de gran área superficial, zeolita H Beta, un aglutinante adecuado (~4 % en peso seco) y una mezcla de Pt (~8 % en peso seco), con una relación en peso nominal Pt/Pd de 1:0. La carga total de la capa de impregnación superior fue de 73,2 g/L (1,2 g/pulgada³).

El platino en forma de una sal de amina se impregnó sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5. La suspensión se molió a un tamaño de partícula de 90 % menor que 16 micrones. La zeolita se añadió luego a la suspensión. La suspensión se molió luego a un tamaño de partícula de 90 % menor que 10 micrones. El aglutinante se añadió a la suspensión. La suspensión se revistió sobre el portador de cordierita sobre la capa de impregnación inferior mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más las capas de impregnación inferior y de impregnación superior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

Ejemplo comparativo 4

Se preparó un compuesto catalizador de oxidación que tenía dos capas: una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior. El compuesto catalizador en capas contenía paladio y platino con una carga total de metales preciosos de aproximadamente 4,238 g/L (120 g/pie³) y con una relación de peso nominal Pt/Pd/Rh de aproximadamente 4/1/0. El sustrato tenía un volumen de 5,3 pulgada³ (0,09 l), una densidad de celda de 62 células por cm² (400 células por pulgada cuadrada) y un grosor de pared de aproximadamente 100 µm. Las capas se prepararon como sigue:

Capa de Impregnación Inferior

Los componentes presentes en la capa de impregnación inferior fueron sílice-alúmina de gran área superficial (180 m²/g), hidróxido de bario (~0,6 % en peso seco), Pt (~2,8 % en peso seco) y Pd (~0,3 % en peso seco) con una

relación de peso nominal Pt:Pd de aproximadamente 9:1. La carga total de la capa de impregnación inferior fue de 97,6 g/L (1,6 g/pulgada³).

5 El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de la sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5 y moliendo a un tamaño de partícula del 90 % inferior a 8 micrones. La suspensión se revistió sobre un portador de cordierita mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más la capa de
10 impregnación inferior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

Capa de impregnación Superior

15 Los componentes presentes en la capa de impregnación superior fueron una sílice-alúmina de gran área superficial, una zeolita H Beta, un aglutinante adecuado (~4 % en peso seco), hidróxido de bario (~1,4 % en peso seco), Pd (~0,7 % en peso seco) y Pt (~0,7 % en peso seco) con una relación de peso nominal Pt:Pd de aproximadamente 1:1. La carga total de la capa de impregnación superior fue de aproximadamente 73,2 g/L (1,2 g/pulgada³).

20 El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. La suspensión se molió a un tamaño de partícula de 90 % menor que 16 micrones. La zeolita se añadió luego a la suspensión. La suspensión se molió luego a un tamaño de partícula de 90 % menor que 10 micrones. El aglutinante se añadió a la suspensión. La suspensión se revistió sobre el portador de cordierita
25 sobre la capa de impregnación inferior mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más las capas de impregnación inferior y de impregnación superior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

30 Ejemplo comparativo 5

Se preparó un compuesto catalizador de oxidación comparativo que tenía dos capas: una capa de impregnación superior y una capa de impregnación inferior. El compuesto catalizador en capas contenía paladio y platino con una carga total de metales preciosos de aproximadamente 4,238 g/L (120 g/pie³) y con una relación de peso nominal Pt/Pd/Rh de 4/1/0. El sustrato tenía un volumen de 5,3 pulgada³ (0,09 l), una densidad de celda de 62 células por
35 cm² (400 células por pulgada cuadrada) y un grosor de pared de aproximadamente 100 µm. Las capas se prepararon como sigue:

Capa de Impregnación Inferior

40 Los componentes presentes en la capa de impregnación inferior fueron sílice-alúmina de gran área superficial (180 m²/g), hidróxido de bario (~1 % en peso seco) y metales preciosos de platino (~2,3 % en peso seco) y paladio (~0,6 % en peso seco) con una relación de peso nominal Pt/Pd de 4/1. La carga total de la capa de impregnación inferior fue de aproximadamente 73,2 g/L (1,2 g/pulgada³).

45 El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Luego se formó una suspensión acuosa, mediante el uso de un ácido para reducir el pH. La suspensión se molió a un tamaño de partícula de 90 % menos de aproximadamente 10 micrones. La suspensión se revistió sobre el portador de cordierita mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después de la impregnación, el portador más la
50 capa de impregnación inferior se secaron y luego se calcinaron.

Capa de impregnación Superior

55 Los componentes presentes en la capa de impregnación superior fueron sílice-alúmina de gran área superficial (180 m²/g), una zeolita H Beta, un aglutinante (~3 % en peso seco), hidróxido de bario (~0,9 % en peso seco), y metales preciosos de platino (~2,8 % en peso seco) y paladio (~0,7 % en peso seco) con una relación de peso nominal Pt/Pd de 4/1. La carga total de la capa de impregnación superior fue de 97,6 g/L (1,6 g/pulgada³).

60 El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Luego se formó una suspensión acuosa, mediante el uso de un ácido para reducir el pH. La suspensión se molió a un tamaño de partícula de 90 % menor que 16 micrones. La zeolita se añadió luego a la suspensión. La suspensión se molió luego a un tamaño de partícula de 90 % menor que 10 micrones. El aglutinante se añadió a la suspensión. La suspensión se revistió sobre el portador de cordierita sobre la capa de
65

impregnación inferior mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más las capas de impregnación inferior y de impregnación superior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

5

Ejemplo comparativo 6

Se preparó un compuesto catalizador de oxidación que tenía dos capas: una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior. El compuesto catalizador en capas contenía paladio y platino con una carga total de metales preciosos de aproximadamente 4,238 g/L (120 g/pie³) y con una relación de peso nominal Pt/Pd/Rh de aproximadamente 4/1/0. El sustrato tenía un volumen de 5,3 pulgada³ (0,09 l), una densidad de celda de 62 células por cm² (400 células por pulgada cuadrada) y un grosor de pared de aproximadamente 100 µm. Las capas se prepararon como sigue:

15 Capa de Impregnación Inferior

Los componentes presentes en la capa de impregnación inferior sílice-alúmina de gran área superficial (180 m²/g) y Pt (~3,3 % en peso seco) con una relación en peso nominal Pt/Pd de 1/0. La carga total de la capa de impregnación inferior fue de 97,6 g/L (1,6 g/pulgada³).

20

El platino en forma de una sal de amina se impregnó sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de la sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5, y la trituration a un tamaño de partícula de un 90 % menor que 8 micrones. La suspensión se revistió sobre un portador de cordierita mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más la capa de impregnación inferior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

25

30 Capa de impregnación Superior

Los componentes presentes en la capa de impregnación superior fueron una sílice-alúmina de gran área superficial, zeolita H Beta, un aglutinante adecuado (~4 % en peso seco), hidróxido de bario (~2,3 % en peso seco), Pt (~0,6 % en peso seco) y Pd (~2,3 % en peso seco), con una relación de peso nominal Pt:Pd de 1:4. La carga total de la capa de impregnación superior fue de 73,2 g/L (1,2 g/pulgada³).

35

El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5. La suspensión se molió a un tamaño de partícula de 90 % menor que 16 micrones. La zeolita se añadió luego a la suspensión. La suspensión se molió luego a un tamaño de partícula de 90 % menor que 10 micrones. El aglutinante se añadió a la suspensión. La suspensión se revistió sobre el portador de cordierita sobre la capa de impregnación inferior mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más las capas de impregnación inferior y de impregnación superior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

45

Ejemplo comparativo 7

Se preparó un compuesto catalizador de oxidación que tenía dos capas: una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior. El compuesto catalizador en capas contenía paladio y platino con una carga total de metales preciosos de aproximadamente 4,238 g/L (120 g/pie³) y con una relación de peso nominal Pt/Pd/Rh de aproximadamente 4/1/0. El sustrato tenía un volumen de 5,3 pulgada³ (0,09 l), una densidad de celda de 62 células por cm² (400 células por pulgada cuadrada) y un grosor de pared de aproximadamente 100 µm. Las capas se prepararon como sigue:

55

Capa de Impregnación Inferior

Los componentes presentes en la capa de impregnación inferior eran de gran área superficial (180 m²/g) de sílice-alúmina, hidróxido de bario (~1,0 % en peso seco) Pt (~ 0,5 % en peso seco) y Pd (~0,5 % en seco peso) con una relación de peso nominal Pt:Pd de 1:1. La carga total de la capa de impregnación inferior fue de 97,6 g/L (1,6 g/pulgada³).

60

El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de la sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5, y la trituration a un tamaño de partícula de un 90 % menor que 8 micrones. La suspensión

65

se revistió sobre un portador de cordierita mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más la capa de impregnación inferior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

5

Capa de impregnación Superior

Los componentes presentes en la capa de impregnación superior fueron una sílice-alúmina de gran área superficial, zeolita H Beta, un aglutinante adecuado (~4 % en peso seco), hidróxido de bario (0,8 % en peso seco), Pt (~7,8 % en peso seco) y Pd (~0,9 % en peso seco), con una relación de peso nominal Pt:Pd de 9:1. La carga total de la capa de impregnación superior fue de 73,2 g/L (1,2 g/pulgada³).

10

El paladio en forma de una solución de nitrato de paladio y el platino en forma de una sal de amina se impregnaron sobre la sílice-alúmina mediante un mezclador planetario (mezclador P) para formar un polvo húmedo mientras se lograba una humedad incipiente. Se formó una suspensión acuosa de sílice-alúmina, mediante el uso de un ácido para reducir el pH a <4,5. La suspensión se molió a un tamaño de partícula de 90 % menor que 16 micrones. La zeolita se añadió luego a la suspensión. La suspensión se molió luego a un tamaño de partícula de 90 % menor que 10 micrones. El aglutinante se añadió a la suspensión. La suspensión se revistió sobre el portador de cordierita sobre la capa de impregnación inferior mediante el uso de métodos de deposición conocidos en la técnica para depositar el catalizador sobre un sustrato de cordierita. Después del revestimiento, el portador más las capas de impregnación inferior y de impregnación superior se secaron y luego se calcinaron a una temperatura de 450 °C durante aproximadamente 1 hora.

15

20

Ejemplo 8 - Pruebas

25

Los compuestos de los ejemplos 1-5 se probaron como sigue. Los compuestos catalizadores de tamaño 2,54 cm² x 2,54 cm² (1"x3") se envejecieron en un horno de envejecimiento de laboratorio a aproximadamente 800 °C, con un 10 % de vapor durante 16 horas. Después del envejecimiento, los catalizadores en capas de los Ejemplos 1-5 se probaron mediante el uso de un ciclo de prueba EURO 5 en un reactor de laboratorio transitorio. La formación promedio de NO₂ y la conversión de CO que se mide se presentan en la Tabla 1.

30

Tabla 1: Rendimiento de NO₂/NO_x y CO

35

EJEMPLO	NO ₂ /NO _x (915-970 segundos en NEDC), %	Conversión de CO, %
COMPUESTO (Fresco)	5 79 %	92 %
COMPUESTO (Envejecido)	5 59 %	87 %
3 (Envejecido)	93 %	81 %
1 (Envejecido)	83 %	84 %
2 (Envejecido)	79 %	87 %
COMPUESTO (Envejecido)	4 71 %	85 %
COMPUESTO (Envejecido)	6 80 %	84 %
COMPUESTO (Envejecido)	7 75 %	84 %

40

45

50

Los resultados de la prueba en la Tabla 1 indican los beneficios de usar un catalizador que tiene una capa de impregnación superior que comprende Pt sustancialmente libre de Pd, y una zeolita. Para cada uno de los compuestos catalizadores que se describieron en los Ejemplos 1-7, hubo una mejora notable de la formación de NO₂ sobre la referencia con envejecimiento del Ejemplo 5. Notablemente, todos los Ejemplos con envejecimiento 1-4 y 6-7 tuvieron al menos una formación de NO₂ tan eficiente como la referencia sin envejecimiento del Ejemplo 5. Además, la eficiencia de conversión del CO no se alteró sustancialmente en los Ejemplos con envejecimiento 1-7 en comparación con el Ejemplo de referencia con envejecimiento 5.

60

Ejemplo 9 - Pruebas

Los compuestos de los ejemplos 1, 2 y 5 se probaron además como sigue. Los compuestos catalizadores de tamaño 3,81 cm² x 10,16 cm² (1,5"x4") se envejecieron en un horno de envejecimiento de laboratorio a aproximadamente

65

800 °C, con un 10 % de vapor durante 16 horas. Después del envejecimiento, los catalizadores en capas de los Ejemplos 1, 2 y 5 se probaron en un reactor de laboratorio transitorio mediante el uso de un Sistema DOC y SCRoF. El SCRoF que se usa junto con un DOC es un filtro de flujo de pared que se carga con 91,5 g/L (1,5 g/pulgada³) de una zeolita CuCHA. No había un catalizador SCR separado aguas abajo del SCR en el filtro de flujo de pared (SCRoF). El rendimiento promedio deNO_x se informa en la Tabla 2.

Tabla 2: deNO_x Rendimiento de DOC + SCRoF, %

EJEMPLO	deNO _x Rendimiento de SCRoF, %
COMPUESTO 5 (Fresco)	71 %
COMPUESTO 5 (Envejecido)	59 %
2 (Envejecido)	74 %
1 (Envejecido)	70 %

Estos resultados de la prueba en la Tabla 2 indican nuevamente los beneficios de usar un catalizador que tiene una capa de impregnación superior que comprende Pt sustancialmente libre de Pd, y una zeolita. Para cada uno de los compuestos catalizadores que se describieron en los Ejemplos 1 y 2, hubo una mejora notable del rendimiento deNO_x del sistema DOC+SCRoF sobre la referencia con envejecimiento del Ejemplo 5. Notablemente, ambos ejemplos con envejecimiento 1 y 2 tuvieron un rendimiento deNO_x aproximadamente igual a la referencia sin envejecimiento del Ejemplo de 5.

Los ejemplos 1-2 mostraron también la viabilidad de un sistema que comprende un compuesto catalizador DOC de acuerdo con las modalidades de la invención con un catalizador SCR aguas abajo que se carga en un filtro de flujo de pared (SCRoF), sin un catalizador adicional SCR aguas abajo o un filtro que se cataliza con un metal del grupo del platino. La consolidación del sistema y la reducción de tamaño son, por lo tanto, posibles.

Ejemplo 10 - Pruebas

Los compuestos de los ejemplos 1-7 se probaron además como sigue. Los compuestos catalizadores de tamaño completo (14,4 cm² D x 10,16 cm² L (5,66"dx4" L)) se envejecieron en un horno a aproximadamente 800 °C, con un 10 % de vapor durante 16 horas. Después del envejecimiento, los catalizadores en capas de los Ejemplos 1-5 se probaron en un motor diésel de 2,0 L. El rendimiento de formación promedio de NO₂, conversión de CO y conversión de HC en el ciclo de conducción NEDC que regula Europa se informa en la Tabla 3.

Tabla 3: Formación de NO₂, conversión de CO y conversión de HC

Catalizador DOC	NO ₂ /NO _x (915-970 segundos en NEDC), %	Conversión de CO, %	Conversión de HC, %
COMPUESTO 5 (Envejecido)	31 %	85 %	91 %
1 (Envejecido)	57 %	85 %	93 %
2 (Envejecido)	50 %	88 %	94 %
3 (Envejecido)	64 %	79 %	91 %
COMPUESTO 4 (Envejecido)	51 %	86 %	93 %
COMPUESTO 6 (Envejecido)	53 %	82 %	90 %
COMPUESTO 7 (Envejecido)	57 %	83 %	92 %

Estos resultados de la prueba de conversión del vehículo en la Tabla 3 indican nuevamente los beneficios de usar un catalizador que tiene una capa de impregnación superior que comprende Pt sustancialmente libre de Pd, y una zeolita. Para cada uno de los compuestos catalizadores que se describieron en los Ejemplos 1-4 y 6-7, hubo una

5 mejora notable de la formación de NO₂ sobre la referencia con envejecimiento del Ejemplo 5. Adicionalmente, cada uno de los compuestos catalizadores envejecidos en los Ejemplos 1-7 tuvo una reducción equivalente, o solo modesta, en la conversión de CO en comparación con la referencia con envejecimiento del Ejemplo Comparativo 5. Además, la conversión de HC de los Ejemplos con envejecimiento 1-7 fue aproximadamente igual a la referencia con envejecimiento del Ejemplo 5.

10 Debe enfatizarse que las modalidades de la presente invención que se describieron anteriormente, en particular, cualquier modalidad "preferida", son simplemente posibles ejemplos de implementaciones, simplemente expuestos para un entendimiento claro de los principios de la invención. Pueden hacerse muchas variaciones y modificaciones a las modalidades de la invención que se describieron anteriormente sin apartarse sustancialmente de los principios de la invención. Todas dichas modificaciones y variaciones se destinan para incluirse en la presente descripción dentro del alcance de esta descripción y la presente invención y protegerse por las siguientes reivindicaciones.

15 La referencia a lo largo de esta especificación a "una modalidad", "ciertas modalidades", "una o más modalidades" o "una modalidad" significa que un rasgo, estructura, material o característica particulares que se describe en relación con la modalidad se incluye en al menos una modalidad de la invención. Por lo tanto, las apariciones de las frases como "en una o más modalidades", "en ciertas modalidades", "en una modalidad" o "en una modalidad" en diferentes lugares a lo largo de esta especificación no se refieren necesariamente a la misma modalidad de la invención. Además, los rasgos, estructuras, materiales o características particulares pueden combinarse de
20 cualquier manera adecuada en una o más modalidades.

25 La invención se ha descrito con referencia específica a las mismas modalidades y modificaciones que se describieron anteriormente. Modificaciones y alteraciones adicionales pueden concebirse por otros al leer y entender la especificación. Se pretenden incluir todas dichas modificaciones y alteraciones dentro del alcance de la invención siempre que se encuentren dentro del mismo.

REIVINDICACIONES

1. Un compuesto catalizador de oxidación para disminuir las emisiones de gases de escape de un motor de combustión pobre que comprende:
- 5 un sustrato portador que tiene una longitud, un extremo de entrada y un extremo de salida, un material catalítico catalizador de oxidación en el portador, el material catalítico catalizador de oxidación incluye una capa de impregnación inferior y una capa de impregnación superior;
- 10 la capa de impregnación inferior que comprende un soporte de óxido metálico refractario, un componente de platino (Pt) y un componente de paladio (Pd) en una relación de peso Pt/Pd en el rango de 4:1 a 1:4; y la capa de impregnación superior comprende una zeolita, Pt y un soporte de óxido metálico refractario, la capa de impregnación superior tiene una cantidad de paladio inferior al 10 % en peso del metal del grupo del platino en la capa de impregnación superior, el compuesto catalizador de oxidación es efectivo para disminuir los hidrocarburos y el monóxido de carbono, y oxidar el NO a NO₂ en el escape del motor de combustión pobre, y en donde la capa de impregnación superior contiene una mayor carga de metales del grupo del platino que la capa de impregnación inferior para maximizar la oxidación de NO.
2. El catalizador de oxidación de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la capa de impregnación superior se encuentra sustancialmente libre de bario y la capa de impregnación inferior se encuentra sustancialmente libre de zeolita.
3. El catalizador de oxidación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la capa de impregnación inferior comprende un componente de Pt en una cantidad en el rango de 0,177 g/L (5 g/pie³) a 3,001 g/L (85 g/pie³) y comprende un componente de Pd en una cantidad en el rango de 0,177 g/L (5 g/pie³) a 1,766 g/L (50 g/pie³).
4. El catalizador de oxidación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el compuesto contiene una relación de peso de metal del grupo del platino en la capa superior a la capa inferior del rango de 2:1 a 4:1.
5. El catalizador de oxidación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la capa de impregnación superior comprende platino en el rango de 2,119 a 4,238 g/L (de 60 a 120 g/pie³) y la capa de impregnación inferior comprende platino y paladio en una relación de peso de 1:4 a 1:1.
6. El catalizador de oxidación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la capa de impregnación superior comprende platino en el rango de 0,353 a 2,119 g/L (de 10 a 60 g/pie³) y la capa de impregnación inferior comprende platino y paladio en una relación de platino a paladio en el rango de 1:1 a 4:1.
7. Un método para tratar los gases de escape de un motor de combustión pobre comprende el fluido de los gases de escape a través de un sustrato de panal que se reviste con un compuesto catalizador de oxidación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6 en donde el catalizador de oxidación diésel es eficaz para disminuir el CO y los HC, y oxidar el NO a NO₂ de la corriente de gases de escape.
8. Un sistema para el tratamiento de las emisiones de gases de escape de un motor de combustión pobre que incluye hidrocarburos, monóxido de carbono y otros componentes de escape, el sistema de tratamiento de emisiones comprende:
- 50 un conducto de escape que se comunica mediante fluidos con el motor de combustión pobre a través de un colector de escape;
- el compuesto catalizador de oxidación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6 en donde el sustrato portador es un sustrato de flujo transversal o un sustrato de flujo de pared; y un filtro de hollín catalizado y una composición catalizadora SCR se ubican aguas abajo del compuesto catalizador de oxidación.
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la composición catalizadora SCR comprende óxido de vanadio que se soporta sobre titania dopada con W o una zeolita de poro pequeño promovida con hierro o cobre con aberturas de anillo de 8 miembros.

Figura 1

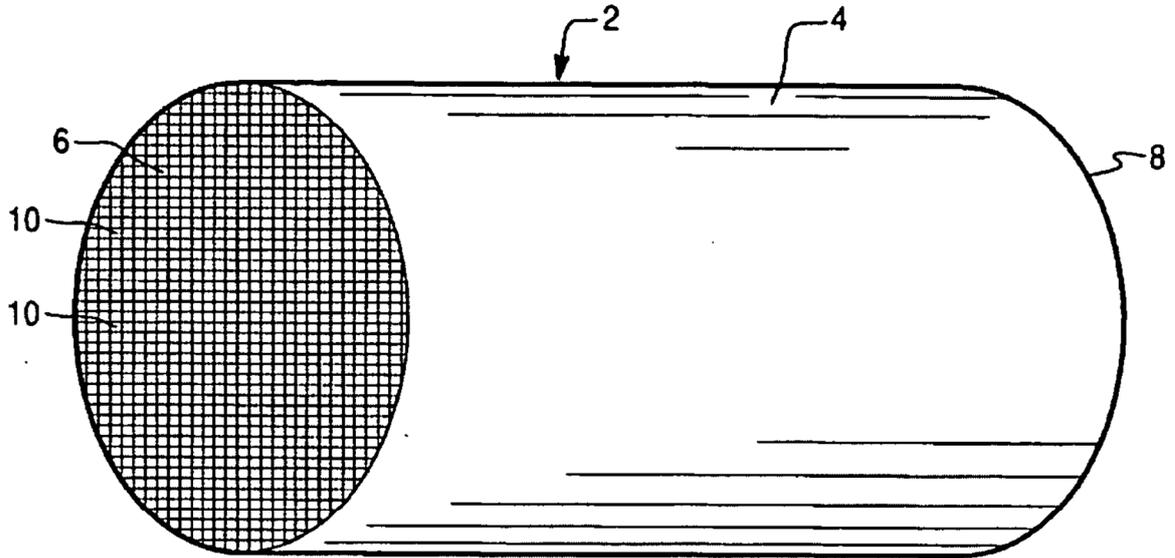


Figura 2

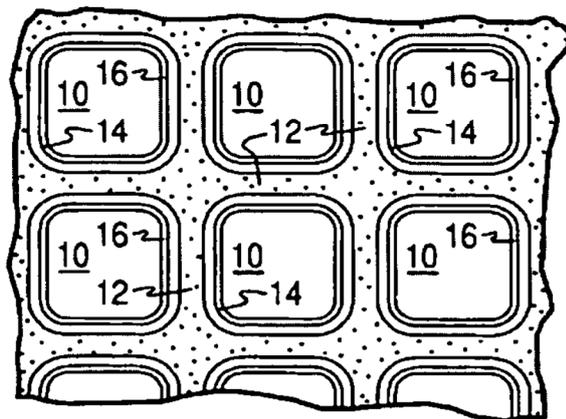


Figura 3

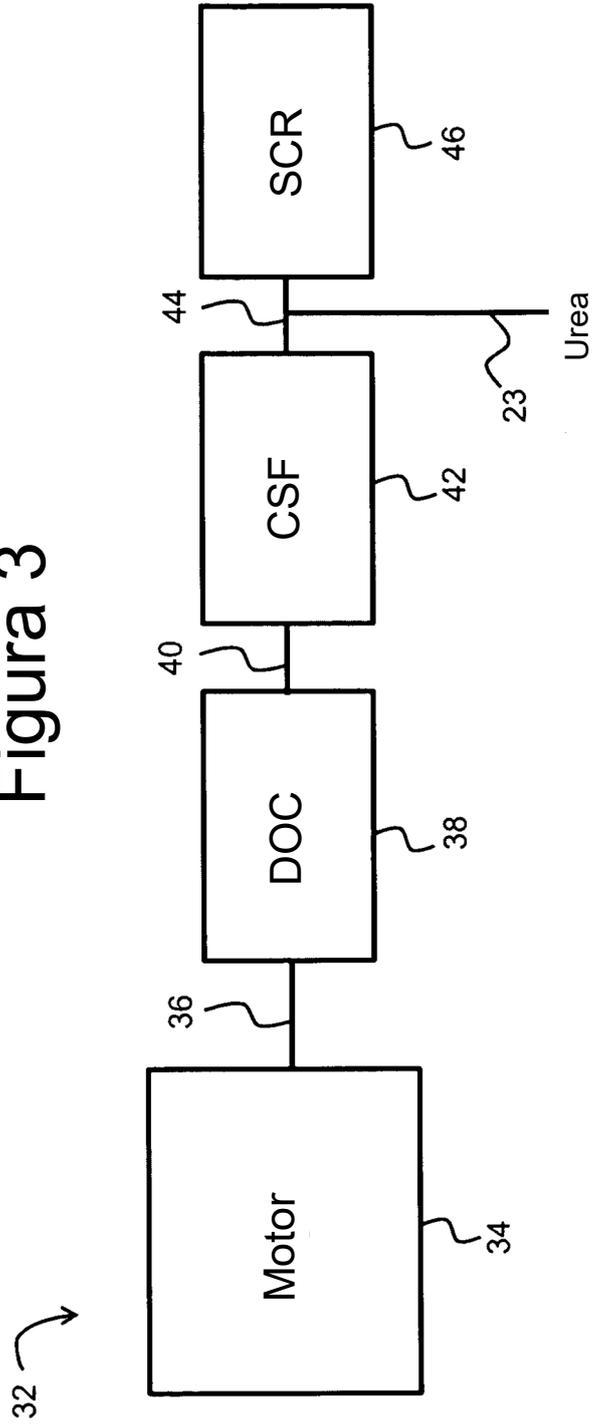


Figura 4

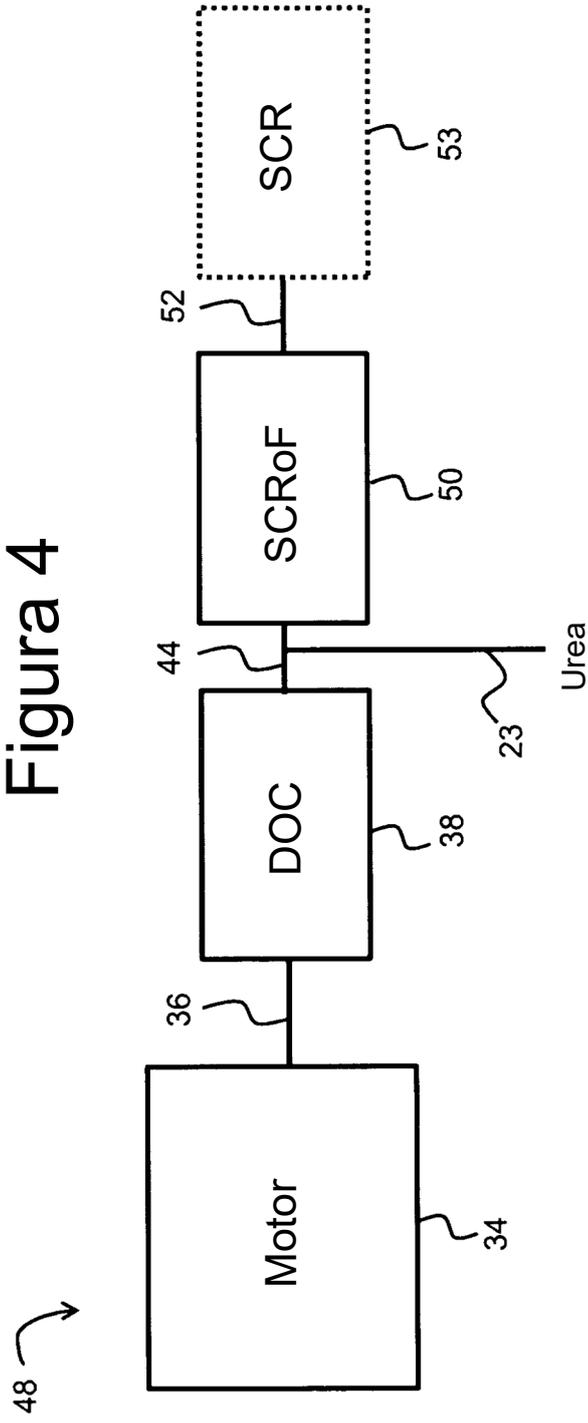


Figura 5

