

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 086**

51 Int. Cl.:

B01D 53/94 (2006.01)

B01J 29/74 (2006.01)

B01J 29/068 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2010** **PCT/EP2010/054035**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2010** **WO10112431**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2010** **E 10711666 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016** **EP 2414079**

54 Título: **Catalizador estable frente al envejecimiento para la oxidación de NO para dar NO2 en corrientes de gases de escape**

30 Prioridad:

30.03.2009 DE 102009015592

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

05.12.2016

73 Titular/es:

**CLARIANT PRODUKTE (DEUTSCHLAND) GMBH
(100.0%)
Brüningstrasse 50
65929 Frankfurt am Main, DE**

72 Inventor/es:

**MANOYLOVA, OLGA;
HUTT, MARKUS;
WANNINGER, KLAUS y
TISSLER, ARNO**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 593 086 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

Catalizador estable frente al envejecimiento para la oxidación de NO para dar NO₂ en corrientes de gases de escape

El presente invento se refiere a un procedimiento para la producción de un catalizador que contiene platino conforme al invento, al catalizador que contiene platino conforme al invento, así como a la utilización del catalizador que contiene platino como catalizador de oxidación y almacén de hidrocarburos.

Al comienzo de la purificación de gases de escape de motores de combustión se purificaban solamente los gases de escape de motores de gasolina con catalizadores de tres vías (TWC acrónimo de Three Way Catalyst). En tal contexto los óxidos de nitrógeno eran reducidos con los hidrocarburos (HC) que se habían de reducir y con monóxido de carbono (CO).

Desde aproximadamente 15 años se intenta también tratar posteriormente con catalizadores también a los gases de escape de motores Diesel. El gas de escape de motores Diesel contiene monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y partículas de hollín como sustancias contaminantes del aire. Los hidrocarburos no quemados abarcan parafinas, olefinas, aldehídos y compuestos aromáticos.

Un sistema de gases de escape para motores de combustión Diesel se compone por regla general de los siguientes componentes:

- Un catalizador de oxidación para motores Diesel (DOC acrónimo de Diesel Oxydation Catalyst) para la oxidación de hidrocarburos y como almacén de hidrocarburos en el arranque en frío;
- un filtro de partículas para motores Diesel (DPF acrónimo de Diesel Particle Filter) para la disminución de las emisiones de partículas;
- opcionalmente, un catalizador de hidrólisis para la descomposición de urea;
- un catalizador de SCR (acrónimo de selective catalytic reduction = reducción catalítica selectiva) para la reducción de los óxidos de nitrógeno;
- un catalizador de bloqueo como catalizador para la oxidación de amoníaco.

Como DOC (catalizador de oxidación para motores Diesel) un experto en la especialidad entiende un catalizador, que cumple, preferiblemente en el arranque en frío, una función de almacén de hidrocarburos, y que en funcionamiento normal oxida a los hidrocarburos no quemados. El tratamiento de los gases de escape de motores de combustión Diesel con unos catalizadores exige unas modificaciones conceptuales en los materiales de los catalizadores, puesto que un motor Diesel, al contrario que un motor de gasolina, siempre se hace funcionar con un exceso de oxígeno y por consiguiente el catalizador nunca está sometido a conducciones reductoras.

Después de la aparición de la discusión en cuanto a la problemática de los polvos finos, detrás de los catalizadores DOC se conectan todavía posteriormente unos filtros de partículas. Los filtros de partículas (DPF, filtros de partículas para motores Diesel) se emplean con el fin de separar por filtración partículas de hollín desde el gas de escape de motores de combustión, especialmente motores Diesel, y de esta manera disminuir su expulsión a la atmósfera. En tal caso pasan a usarse diferentes conceptos de filtros, tales como p.ej. los denominados en inglés "Wall-flow-Filter" (filtros de circulación por las paredes), o unos filtros a base de espumas cerámicas o metálicas. La dificultad propiamente dicha reside, sin embargo, no en la filtración de las partículas de hollín sino en la regeneración de los filtros empleados. El hollín de carbono se quema, según sea la composición de las partículas, de un modo condicionado por el funcionamiento, espontáneamente tan solo a unas temperaturas comprendidas entre 500 °C y 700 °C.

Los filtros de partículas de una reciente generación deben de ser regenerados activamente. Esto significa que constantemente se debe de generar sobre el DOC una temperatura tan alta que el hollín situado sobre el DPF conectado posteriormente se inflama y quema. Por lo tanto, el envejecimiento térmico de los catalizadores DOC desempeña hoy en día un importante cometido.

Los vehículos Diesel de una reciente generación son provistos actualmente, corriente abajo del filtro de partículas para motores Diesel, con una unidad constructiva que puede ejecutar una reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno con ayuda de un denominado catalizador de SCR. Por el acrónimo SCR (selective catalytic reduction) se designa a la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno procedentes de gases de escape de motores de combustión y también de centrales energéticas. Con un catalizador de SCR se reducen selectivamente sólo los óxidos de nitrógeno NO y NO₂ (generalmente designados como NO_x), añadiéndose a la mezcla para la reacción habitualmente NH₃ (amoníaco). Como producto de la reacción resultan por lo tanto solamente las sustancias inocuas agua y nitrógeno.

Tiene importancia especial hoy en día, por lo tanto, junto a la oxidación de hidrocarburos, la oxidación de NO para dar NO₂ en el catalizador de oxidación para motores Diesel. El NO₂ facilita la regeneración del subsiguiente filtro de

partículas para motores Diesel, es decir la combustión del hollín (véanse por ejemplo J. Choo y colaboradores, *Science of the total environment* (2008) 396-401; M. Jeguirim y colaboradores *Applied Catalysis B: Environmental*, 76 (2007), 235-240 o K. Yamamoto y colaboradores, *Proceedings of the Combustion institute*, 32(1) (2009), 1965-1972). Además de ello, una mezcla de NO y NO₂ se puede descomponer, por una reducción catalítica selectiva (SCR) con amoníaco para dar nitrógeno y aire, más rápidamente que el NO puro (véase por ejemplo A. Grossale, y colaboradores, *Journal of Catalysis*, 256 (2008), 312 hasta 322 o M. Schwidder, y colaboradores, *Journal of Catalysis*, 259 (2008), 96 hasta 103) de manera tal que en el presente caso la actividad del DOC para la oxidación de NO para dar NO₂ tiene que ser muy alta también todavía después de un envejecimiento del catalizador.

Por consiguiente se necesitan unos catalizadores que, en las condiciones de funcionamiento del tratamiento posterior de gases de escape de motores Diesel, tengan una tendencia al envejecimiento más pequeña que lo que ha sido posible hasta ahora en el estado de la técnica.

En el estado de la técnica, junto a catalizadores basados en Pt, se conocen también unos catalizadores que contienen tanto Pt como también Pd. Además, los catalizadores DOC contienen con frecuencia unas zeolitas que sirven para el almacenamiento de los hidrocarburos en el estado frío (trampa de arranque en frío) de manera tal que se disminuyen las emisiones de hidrocarburos en el arranque en frío.

Un típico DOC se divulga por ejemplo en el documento de patente europea EP 800 856 A2. Él contiene, con 3 a 4 g de Pt/l de volumen del catalizador, una alta concentración de metales nobles. Sin embargo, con el fin de conseguir una temperatura "Light-off", esto es de apagado, para CO e hidrocarburos, lo más baja que sea posible, se aplica la mayor parte del platino sobre un óxido mixto de Al/Si amorfo y solamente una pequeña parte sobre la zeolita. De acuerdo con el estado de la técnica no ha sido posible hasta ahora distribuir una concentración tan alta de platino en la zeolita tan homogéneamente que ésta tenga también todavía una buena dispersión del platino, después de una carga térmica más alta. La alta cantidad o respectivamente la dispersión de platino da lugar a una suficiente estabilidad, por lo que hasta ahora en el estado de la técnica la alta cantidad de platino se incorporaba en un óxido mixto de Al/Si y no en la zeolita.

El documento de solicitud de patente de los EE.UU. US2006/0035780 A1 divulga un catalizador de oxidación para motores Diesel, que comprende un cuerpo alveolar, que se reviste con una mezcla de una arcilla, un óxido estable frente al calor y una zeolita. El substrato revestido es a continuación cargado con un catalizador de metal noble y con un agente para la represión de la oxidación del azufre. En una forma de realización preferida, la arcilla es una bentonita activada por ácidos, el óxido estable frente al calor es dióxido de zirconio o dióxido de titanio la zeolita es una zeolita-beta, una Y-zeolita, una ZSM-5 o una mordenita, el catalizador de metal noble es preferiblemente platino y el agente para la represión de la oxidación del azufre es vanadio, óxido de vanadio o una combinación de ambos.

Unas zeolitas que contienen platino son conocidas en el estado de la técnica. Por ejemplo, unas zeolitas con unos contenidos muy pequeños de platino (< 1 %) se emplean como catalizadores en el sector de las refinerías, p.ej. para reacciones de ciclización, aromatización y craqueo. Al contrario que las condiciones, que predominan en un gas de escape de motor Diesel, las reacciones que se acaban de mencionar tienen lugar en condiciones reductoras (es decir con un exceso de hidrocarburos) y por lo tanto necesitan solamente muy pequeños contenidos de metales nobles.

La producción de zeolitas que contienen platino, por ejemplo por intercambio de iones de platino en los poros de la zeolita, es conocida en el estado de la técnica. Estos procedimientos no conducen sin embargo a unas concentraciones de platino en la zeolita, que sea necesaria para la utilización en un catalizador de oxidación de motor Diesel (véanse por ejemplo J.M. Garcia-Cortes y colaboradores, *Journal of Catalysis*, 218 (2003), 111 hasta 122; C. Jimenez y colaboradores, *Applied Catalysis A: General* 249 (2003), 175 hasta 185 y J. Perez-Ramirez y colaboradores, *Applied Catalysis B: Environmental* 29 (2001), 285 hasta 298).

El documento de publicación de solicitud de patente europea WO 2009/138204 A2 divulga un procedimiento para la producción de un compuesto precursor de un catalizador de platino soportado. Con el fin de poner a disposición un procedimiento para la producción de un compuesto precursor de un catalizador de platino, mediante el cual se puedan producir catalizadores de platino soportados, que tengan una actividad relativamente alta, se propone un procedimiento, que comprende las etapas siguientes: a) impregnar un material de soporte de poros abiertos con ácido sulfito de platino, b) calcinar el material de zeolita impregnado bajo un gas protector.

Unos catalizadores DOC con una estabilidad mejorada se ponen a disposición habitualmente también mediante catalizadores mixtos de Pt/Pd. En particular, unos catalizadores de Pt/Pd con una alta proporción (6:1) de Pt muestran una buena estabilidad frente al envejecimiento térmico. Sin embargo, resulta desventajoso el hecho de que la oxidación de NO para dar NO₂ se vuelve peor con unos contenidos crecientes de Pd. Además de ello los catalizadores de Pt/Pd son manifiestamente menos resistentes frente al azufre (véase por ejemplo el 5º Congreso Internacional sobre emisiones de gases de escape y partículas 5. Internationales Forum Abgas- und Partikelemissionen, 19 y 20 de Febrero de 2008, Ludwigsburg, páginas 126 hasta 144). Tales catalizadores habitualmente no se pueden regenerar térmicamente después de un envenenamiento con azufre sino que pierden

todavía más actividad cuando ellos son solicitados térmicamente después del envenenamiento, es decir son envejecidos.

5 Una misión del presente invento fue por lo tanto la puesta a disposición de un procedimiento para la producción de un catalizador, en particular de un catalizador de oxidación para motores Diesel, que tenga una pequeña tendencia al envejecimiento y una alta actividad.

El problema planteado por esta misión se resuelve mediante un procedimiento para la producción de un catalizador, siendo producida una zeolita que contiene platino mediante las siguientes etapas:

- 10 a) impregnar una zeolita, que tiene un módulo de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 5 a 300, con una solución de sulfito de platino,
b) calcinar la zeolita impregnada bajo una atmósfera de un gas protector;

siendo elaborada la zeolita que contiene platino a la forma de un revestimiento delgado (del inglés "washcoat") y siendo aplicada sobre un cuerpo de soporte de catalizador, caracterizado porque el platino es aplicado solamente sobre un componente, a saber sobre la zeolita.

15 La calcinación de la zeolita impregnada debe de efectuarse en una atmósfera de un gas protector, siendo utilizada de manera preferida una atmósfera de argón o una atmósfera de nitrógeno. Es especialmente preferida una atmósfera de argón.

La calcinación de la zeolita impregnada se efectúa de manera preferida a una temperatura de 600 a 900 °C, de manera más preferida de > 750 a 850 °C, de manera especialmente preferida de > 750 hasta 830 °C, en particular de aproximadamente 800 °C.

20 Mediante la calcinación resulta un compuesto precursor de platino, el cual, caso de que sea necesario, es reducido preferiblemente a continuación de la calcinación. En principio, una reducción puede efectuarse sin embargo también ya durante la calcinación, teniendo que emplearse entonces sin embargo una atmósfera reductora en lugar de la atmósfera de un gas protector.

25 Una reducción, que puede efectuarse a continuación de la calcinación, se lleva a cabo de manera preferida a partir de una mezcla de un gas reductor (hidrógeno, monóxido de carbono, eteno, un metanol, etanol, etc.), y de un gas inerte. Unos gases inertes preferidos son por ejemplo argón, helio, neón y similares. El gas inerte en la etapa de producción ha de entenderse como gas portador, estando presente el hidrógeno u otro gas reductor de manera preferida en una concentración de 1 a 10 % en volumen, de manera más preferida de 3 a 7 % en volumen, de manera especialmente preferida de aproximadamente 5 % en volumen, referida al volumen total a base de gas reductor y gas inerte.

La reducción se lleva a cabo habitualmente durante tanto tiempo hasta que se haya efectuado una conversión química completa o respectivamente casi completa del compuesto precursor de platino. De manera preferida la reducción se lleva a cabo durante un período de tiempo de 3 a 7 horas, de manera más preferida de 4 a 6 horas, de manera especialmente preferida de aproximadamente 5 horas.

35 La reducción se lleva a cabo de manera preferida a temperaturas elevadas. De manera preferida la reducción se lleva a cabo a una temperatura de 200 a 500 °C, de manera más preferida de 250 a 350 °C, de manera sumamente preferida de aproximadamente 300 °C. Para la reducción, el catalizador es añadido habitualmente a un lecho de catalizador y en tal caso es atravesado por una corriente de agente reductor. Asimismo el catalizador puede ser cubierto con el gas reductor y llevado ventajosamente a una temperatura elevada. La elevación de la temperatura puede efectuarse por ejemplo mediante el recurso de que se calienta el lecho de catalizador. Asimismo es posible que el gas reductor ya sea calentado en el período previo, por ejemplo calentando la conducción de aportación de gases, siendo conducido el gas reductor calentado entonces a través de un catalizador que se ha de reducir.

45 La impregnación de la zeolita con la solución de sulfito de platino puede efectuarse también a través de una impregnación por inmersión, una impregnación por atomización o un método de humedecimiento incipiente (en inglés Incipient Wetness). De manera preferida la impregnación se efectúa a través de un método de humedecimiento incipiente, aun cuando según el estado de la técnica normalmente, en el caso de este método de impregnación, solamente una pequeña parte de los racimos (del inglés cluster) metálicos emigra dentro de los poros y una considerable parte permanece sobre la superficie externa de la zeolita.

50 Sorprendentemente, se encontró sin embargo que mediante una impregnación, p.ej. una impregnación con humedecimiento incipiente de la zeolita con un módulo de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 5 a 300 con ácido sulfito de platino (PSA) y una subsiguiente calcinación bajo un gas protector a altas temperaturas, siendo elaborada la zeolita que contiene platino como un revestimiento delgado) y siendo aplicada sobre un cuerpo de soporte de catalizador, y mediante el

recurso de que el platino es aplicado solamente sobre un componente, a saber la zeolita, se puede producir un catalizador, que también todavía después de esta alta carga térmica contiene la mayor parte del platino en los poros de la zeolita. Esto puede ser comprobado por medio de un difractograma de rayos X (XRD) o por medio de una adsorción de CO (después de un envenenamiento selectivo del racimo de Pt sobre la superficie) por una FTIR (espectroscopia de infrarrojos con transformada de Fourier). El XRD y la FTIR son métodos analíticos clásicos en la química.

Sorprendentemente se encontró también que el catalizador producido de esta manera tiene una elevada resistencia al azufre en comparación con los sistemas ya conocidos. La actividad catalítica del catalizador conforme al invento, que ha sido envejecido térmicamente, no es alterada por un envenenamiento con azufre y por una subsiguiente desulfuración a altas temperaturas.

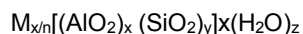
El catalizador que se ha desarrollado muestra ciertamente un comportamiento de envejecimiento, en lo que se refiere a la oxidación de monóxido de carbono, que es comparable al de los catalizadores basados en Pt existentes, pero sorprendentemente se encontró sin embargo que él tiene una estabilidad manifiestamente mejor en lo que se refiere a la oxidación de NO.

Otra ventaja del catalizador producido conforme al invento en comparación con el estado de la técnica, reside además en que el metal noble solamente ha sido aplicado sobre un componente, la zeolita, y no, como en el caso de otros catalizadores, sobre una mezcla de una zeolita y unos adicionales soportes oxidicos.

De esta manera se pueden ahorrar etapas de producción y por consiguiente también costes.

Mediante la proporción aumentada de zeolita se aumenta manifiestamente además de ello la capacidad de almacenamiento de hidrocarburos (véanse a modo de ejemplo los documentos EP 691 883 B1, US 5.804.155 y EP 830 301). La capacidad de almacenamiento tiene una gran importancia cuando el catalizador todavía no haya alcanzado la necesaria temperatura de funcionamiento y todavía no pueda quemar a los gases de escape resultantes.

Bajo el concepto de una "zeolita" se entiende en el marco del presente invento, de acuerdo con la definición de la International Mineralical Association (D.S. Coombs y colaboradores, Canadian Mineralogist, 35, 1979, 1571), una sustancia cristalina tomada del conjunto de los silicatos de aluminio con una estructura reticular espacial de la fórmula general



que se compone de tetraedros de SiO_4/AlO_4 , que son unidos mediante átomos de oxígeno comunes para dar un retículo tridimensional regular.

La relación de $Si/Al = y/x$ es siempre > 1 de acuerdo con la denominada. "regla de Löwenstein", que prohíbe la aparición contigua de dos tetraedros de AlO_4 contiguos cargados negativamente. En este contexto, en el caso de una pequeña relación de Si/Al , ciertamente están a disposición más sitios de intercambio para un metal, pero la zeolita se vuelve crecientemente más inestable térmicamente.

La estructura de una zeolita contiene cavidades, unos canales, que son característicos de cada zeolita. Las zeolitas son clasificadas de acuerdo con su topología en diferentes estructuras. El armazón de una zeolita contiene cavidades abiertas en forma de canales y jaulas, que normalmente son ocupadas con moléculas de agua y cationes de armazón adicionales, que pueden ser intercambiados. Sobre un átomo de aluminio se presenta una carga negativa en exceso, que es compensada por medio de estos cationes. El interior del sistema de poros constituye la superficie activa catalíticamente. Cuanto más cantidad de aluminio y cuanto menos cantidad de silicio contenga una zeolita, tanto más densa será la carga negativa en su retículo y tanto más polar será su superficie interna. El tamaño de poros y la estructura, junto con los parámetros en el caso de la producción, es decir la utilización o respectivamente el tipo de plantillas, pH, presión, temperatura, presencia de cristales de inoculación, se determinan por medio de la relación de Si/Al (módulo), que constituye la mayor parte del carácter catalítico de una zeolita.

De manera preferida, la zeolita conforme al invento contiene por lo menos 2 % en peso de platino, de manera preferida por lo menos 3 % en peso, de manera sumamente preferida 3,5 o más % en peso de platino encontrándose por lo menos un 90 % del platino dentro de los poros de la zeolita, de manera más preferida por lo menos un 95 %, de manera particularmente preferida por lo menos un 99 %.

De manera preferida la zeolita se escoge entre los conjuntos que se componen de los tipos AEL, BEA, CHA, EUO, FAU, FER, KFI, LTA, LTL, MAZ, MOR, MEL, MTW, LEV, OFF, TON y MFI. Es especialmente preferida la estructura BEA.

La zeolita tiene un módulo de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 5 a 300, de manera preferida de 10 a 200, de manera más preferida de 15 a 100.

La zeolita en el catalizador conforme al invento se distingue por una vibración de tensión de Pt-C=O situada entre 2.070 y 2.110 cm^{-1} , de manera preferida en aproximadamente 2.080 hasta 2.095 cm^{-1} . La vibración de tensión está presente incluso después de un envenenamiento con adamantanocarbonitrilo. El adamantanocarbonitrilo es una molécula estereamente muy exigente que a causa de su tamaño no puede penetrar en el sistema de poros de la zeolita. Mediante la adsorción del adamantanocarbonitrilo se envenenan por lo tanto solamente racimos de Pt sobre la superficie exterior de la zeolita. Si, a continuación de este envenenamiento, se adsorbe CO, éste se puede fijar solamente a los racimos de Pt todavía no envenenados existentes en el interior de la zeolita. La presencia de la vibración de tensión de Pt-C=O después del envenenamiento con adamantanocarbonitrilo demuestra que el Pt se asienta en los poros de la zeolita. La intensidad remanente después de un envenenamiento es aproximadamente de 2 a 4 veces más alta que en el caso de un catalizador comparativo.

La zeolita en el catalizador conforme al invento está por lo demás libre de reflejos de Pt en el difractograma de rayos X (XRD). Esto muestra asimismo que el platino se asienta en los poros de la zeolita.

Otro objeto del invento es la utilización del catalizador conforme al invento como catalizador de oxidación y almacén de hidrocarburos. Las zeolitas son conocidas como almacenes de hidrocarburos. En conexión con la alta dispersión del platino en los poros de la zeolita, ella sin embargo también es sobresalientemente apropiada como catalizador de oxidación con una correspondiente función de almacenamiento de hidrocarburos acumulados. Por el hecho de que el platino es aplicado solamente sobre una zeolita y no, como es conocido en el estado de la técnica, sobre otros óxidos metálicos, se establece un sencillo sistema de catalizador, que puede ser producido a precio barato.

La zeolita puede ser elaborada de manera ventajosa para dar un revestimiento delgado y puede ser aplicada correspondientemente sobre un cuerpo de soporte de catalizador. Es conocido por un experto en la especialidad cómo se puede producir un tal revestimiento delgado. Las necesarias técnicas de revestimiento para revestir a un cuerpo de soporte de catalizador son asimismo conocidas por un experto en la especialidad.

Así, p.ej., la zeolita impregnada y secada puede ser elaborada para dar una dispersión de revestimiento. A esta dispersión se le puede añadir un agente aglutinante, p.ej. un sol de sílice. La viscosidad de la dispersión puede ser ajustada mediante las apropiadas sustancias aditivas, de manera tal que es posible aplicar la necesaria cantidad del revestimiento en una única etapa de trabajo sobre las paredes de los canales de circulación. Si esto no es posible, entonces el proceso de revestimiento puede ser repetido múltiples veces, realizándose que el revestimiento recientemente aplicado es fijado en cada caso mediante una desecación intermedia y en caso necesario calcinado.

Para la purificación de gases de escape de motores Diesel son ventajosas unas cantidades del revestimiento de 50 a 500 g/l, de manera preferida de 250 a 350 g/l de volumen del cuerpo de soporte del catalizador.

Como soporte de catalizador se puede utilizar un cuerpo monolítico metálico o cerámico, una espuma de vellón o una espuma metálica. También son apropiados conforme al invento otros cuerpos moldeados de catalizadores o respectivamente cuerpos de soporte de catalizadores que son conocidos en el estado de la técnica. Es especialmente preferido un cuerpo monolítico metálico o cerámico, que tiene un gran número de orificios de paso paralelos, que son provistos con el revestimiento delgado. De manera preferida, el cuerpo de soporte tiene unos orificios de paso con una sección transversal circular, triangular, cuadrangular o poligonal. De manera especialmente preferida, el soporte está estructurado como cuerpo alveolar monolítico.

Unos cuerpos alveolares metálicos están formados con frecuencia a base de chapas metálicas o láminas metálicas. En tal caso, los cuerpos alveolares se producen por ejemplo por disposición alternativa de estratos de chapas o respectivamente láminas estructuradas tridimensionalmente. De manera preferida, estas disposiciones pueden estar formadas a base de un estrato de una chapa lisa en alternancia con una chapa ondulada, pudiendo la ondulación estar conformada por ejemplo en forma sinusoidal, en forma trapezoidal, en forma de omega o en forma de zigzag.

Unos correspondientes cuerpos alveolares metálicos y unos procedimientos para su producción se describen por ejemplo en los documentos EP 0 049 489 A1 o DE 28 56 030 A1.

En el sector de los cuerpos de soporte de catalizadores, los cuerpos alveolares metálicos tienen la ventaja de que ellos se calientan con más rapidez y por consiguiente por regla general los cuerpos de soporte de catalizadores constituidos sobre la base de substratos metálicos muestran un mejor comportamiento de respuesta en condiciones de arranque en frío.

De manera preferida el cuerpo alveolar tiene una densidad de celdillas de 30 a 1.500 cpsi, de manera especialmente preferida de 200 a 600 cpsi, en particular aproximadamente 400 cpsi.

El cuerpo de soporte de catalizador, sobre el que se puede haber aplicado la zeolita, puede ser formado a base de un metal o una aleación metálica arbitrario/a y ser producido p.ej. por extrusión o por enrollamiento o apilamiento o

plegamiento de láminas metálicas. En el sector de la purificación de gases de escape se conocen unas aleaciones estables térmicamente con los componentes principales hierro, cromo y aluminio. Se prefieren para el catalizador conforme al invento unos cuerpos de soporte de catalizadores monolíticos libremente atravesables por la corriente, con o sin bordes de ataque de la corriente para el arremolinamiento de los gases de escape o unas espumas metálicas que tienen una superficie interna grande y a las cuales se adhiere muy bien el catalizador conforme al invento. Sin embargo, también se pueden emplear unos cuerpos de soporte de catalizadores con ranuras, agujeros, perforaciones y repujados en la lámina metálica.

De igual manera se pueden emplear unos cuerpos de soporte de catalizadores a base de un material cerámico. De manera preferida, en el caso del material cerámico se trata de un material inerte con baja superficie específica, tal como cordierita, mullita, titanato de aluminio o α -óxido de aluminio. Sin embargo, el soporte de catalizador utilizado se puede componer también a base de un material de soporte con alta superficie específica, tal como γ -óxido de aluminio.

Asimismo se puede emplear una espuma metálica, por ejemplo un material espumoso metálico de poros abiertos, como cuerpo de soporte de catalizador. En el marco del presente invento se debe de entender, por el concepto de "material espumoso metálico de poros abiertos", un material espumoso a base de un metal arbitrario o a base de una aleación arbitraria, que eventualmente puede contener también todavía sustancias aditivas y que tiene un gran número de poros, que están unidos por conducciones entre ellos, de manera tal que, por ejemplo, a través del material espumoso se puede conducir un gas.

Unos materiales espumosos de poros abiertos metálicos tienen, condicionado por los poros y las cavidades, una densidad muy pequeña, pero presentan una rigidez y una resistencia metálica considerables. La producción de espumas metálicas se efectúa por ejemplo mediante un polvo metálico o un hidruro metálico. Por regla general, ambos polvos se mezclan entre ellos y luego se consolidan mediante prensado en caliente o mediante extrusión para dar un material moldeado. El material moldeado es luego calentado a una temperatura situada por encima del punto de fusión de los metales. En tal caso el hidruro metálico pone en libertad hidrógeno gaseoso y convierte en espuma a la mezcla.

Sin embargo hay también todavía otras posibilidades de producir espumas metálicas, por ejemplo por insuflación por un gas en una masa fundida metálica, que previamente había sido hecho espumable por adición de componentes sólidos. Para aleaciones de aluminio, por ejemplo, se añade para la estabilización de 10 a 20 % en volumen de carburo de silicio u óxido de aluminio. Además de ello, se pueden producir estructuras espumadas metálicas de poros abiertos con un diámetro de poros de desde 10 ppi hasta alrededor de 50 ppi mediante técnicas especiales de colada de precisión.

El soporte, en principio, puede ser también extrudido y moldeado por inyección. También en este caso son posibles materiales metálicos y cerámicos, añadiéndose en el caso de los materiales cerámicos, por ejemplo, agentes auxiliares del moldeo y por ejemplo también agentes aglutinantes y otras sustancias aditivas. Los soportes extrudidos pueden adoptar arbitrarias formas geométricas, de manera preferida las que más arriba se han mencionado.

El invento debe ser explicado con más detalle ahora con ayuda de unos ejemplos de realización que no se han de entender como restrictivos del alcance del invento.

Ejemplos de realización

Ejemplo 1

El catalizador conforme al invento se produce de acuerdo con la siguiente prescripción.

En primer lugar se determinó la absorción de agua de una zeolita secada (H-BEA-35: producto comercial de la entidad Süd-Chemie AG). Ella fue de 92,3 %.

24,1 g de una solución de sulfito de platino (contenido de Pt 10,17 % en peso) se rellenaron con agua destilada hasta 62,3 g. Con esta solución se impregnaron en un mortero 67,55 g de la zeolita secada. La concentración de platino fue de 3,5 % en peso. El polvo húmedo fue secado a 120 °C y a continuación calcinado durante 5 horas a 800 °C bajo un gas protector ($V = 2 \text{ l/min}$) y reducido a 300 °C durante 5 h con 5 % de H_2 en N_2 .

70 g del polvo se suspendieron en 230 ml de agua con ayuda de un agitador Ultra-Turrax. La suspensión se molió con un molino de bolas planetario (Retsch PM 100) que contiene bolas de 10 mm a base de un óxido de Zr estabilizado con itrio hasta un tamaño de partículas de $d_{50} \sim 2 \mu\text{m}$. Con este revestimiento delgado se revistió un cuerpo alveolar de cordierita (400 cpsi) y se calcinó, de manera tal que al final se habían obtenido en el cuerpo alveolar 3,5 g de Pt/I de volumen del cuerpo alveolar.

Ejemplo 2

Con el fin de investigar la influencia de la reducción, un segundo cuerpo alveolar se revistió con un catalizador no reducido, por lo demás de una manera análoga a la del Ej. 1).

Ejemplo comparativo 1:

- 5 Como comparación se llevó a cabo la misma síntesis con una solución de hexahidroxoplatinato de etanolamonio (contenido de Pt 13,59 % en peso) como fuente de Pt. La concentración de Pt fue asimismo de 3,5 % en peso.

Ejemplo comparativo 2:

Apoyándose en los documentos DE 10 2007 057 305 y EP 800 856 B1 se produjo un catalizador DOC de acuerdo con la siguiente prescripción.

- 10 En primer lugar se determinó la absorción de agua de un óxido mixto a base de óxido de aluminio y óxido de silicio (Siralox 5/140, 5 % de Si, de Condea). Ella fue de 53,86 %. 110,4 g de una solución de hexahidroxoplatinato de etanolamonio (contenido de Pt 13,59 %) se rellenaron (con H₂O destilada) hasta 161,6 ml. Con esta solución, se impregnaron 300 g del polvo de Siralox en un mezclador planetario. El polvo húmedo se secó en un horno a 80 °C durante 3 h y luego se calcinó a 550 °C durante 3 h.
- 15 140 g del polvo se suspendieron en 700 ml de agua con ayuda de un agitador Ultra-Turrax. La suspensión se molió con un molino de perlas (Dynomill de la entidad WAB) que contenía perlas de 1 - 1,2 mm a base de un óxido de Zr/Ce hasta llegar a un tamaño de partículas d₅₀ de ~ 3 µm. A esta dispersión finamente molida de Pt/Siralox se le añadieron 140 g de una β-zeolita intercambiada con hierro (3 % de Fe₂O₃, β-35-zeolita) y la suspensión se rellenó hasta 1.400 ml de manera tal que resultó un revestimiento delgado con un contenido de materiales sólidos de 20 %.
- 20 Con este revestimiento delgado se revistió un cuerpo alveolar de cordierita (400 cpsi) y se calcinó, de manera tal que al final estaban contenidos en el cuerpo alveolar 3,5 g Pt/l de volumen del cuerpo alveolar.

Ejemplo comparativo 3:

Como comparación de la actividad catalítica y del envejecimiento se empleó adicionalmente un catalizador DOC usual en el comercio para un motor Daimler OM646.

Ejemplo comparativo 4:

Catalizador de Pt/Pd (4:1)

- En primer lugar se determinó la absorción de agua de un óxido mixto a base de óxido de aluminio y óxido de silicio (Siralox 5/140 5/140 tipo C con poros muy grandes y 5 % de Si, de Condea). Ella fue de 151 %. 67,39 g de una solución hexahidroxoplatinato de etanolamonio (contenido de Pt 13,85 %) se rellenaron con 58 ml de agua destilada.
- 30 Con esta solución se impregnaron en un mezclador planetario 186 g del polvo de Siralox en una primera etapa. Luego se diluyeron 17,34 g de una solución de nitrato de paladio con 58 ml de agua y en la siguiente etapa se añadió gota a gota al polvo húmedo en el mezclador planetario más cantidad de solución de impregnación. El polvo húmedo fue secado en un horno a 80 °C durante 3 h y luego calcinado a 550 °C durante 3 h. El polvo tenía un contenido total de metales nobles de 7 %.
- 35 140 g del polvo se suspendieron en 700 ml de agua con ayuda de un agitador Ultra-Turrax. La suspensión se molió con un molino de perlas (Dynomill de la entidad WAB) que contenía perlas de 1 - 1,2 mm a base de un óxido de Zr/Ce hasta un tamaño de partículas d₅₀ ~ 3 µm. Con este revestimiento delgado se revistió un cuerpo alveolar de cordierita (400 cpsi) y se calcinó, de manera tal que al final estaban contenidos en el cuerpo alveolar 3,5 g de metal noble/l de volumen del cuerpo alveolar.

Ejemplo comparativo 5:

Catalizador de Pt sin zeolita:

- En primer lugar se determinó la absorción de agua de un óxido mixto a base de óxido de aluminio y óxido de silicio (Siralox 5/140 tipo C con poros muy grandes y 5 % de Si, de Condea). Ella fue de 151 %. 73,6 g de una solución de hexahidroxoplatinato de etanolamonio (contenido de Pt 13,59 %) se rellenaron con agua destilada hasta 181 ml. Con esta solución se impregnaron en un mezclador planetario 200 g del polvo de Siralox. El polvo húmedo fue secado en un horno a 80 °C durante 3 h y luego calcinado a 550 °C durante 3 h.
- 45

100 g del polvo se suspendieron en 200 ml de agua con ayuda de un agitador Ultra-Turrax. La suspensión se molió con un molino de bolas planetario (de la entidad Retsch) con perlas de 10 mm a base de óxido de Zr hasta un tamaño de partículas d_{50} de $\sim 3 \mu\text{m}$. Para el vaciado del recipiente de molienda se añadieron todavía 200 g de agua. Con este revestimiento delgado se revistió un cuerpo alveolar de cordierita (400 cpsi) y se calcinó, de manera tal que al final estaban contenidos en el cuerpo alveolar 3,5 g de Pt/I de volumen del cuerpo alveolar.

Ejemplo comparativo 6:

Ensayo comparativo de los catalizadores:

Los cuerpos alveolares de catalizadores producidos en los Ejemplos 1 y 2 y en los Ejemplos comparativos se ensayaron en un reactor en las siguientes condiciones para determinar la oxidación de CO, propeno y NO:

10 Velocidad espacial: 70.000 h^{-1}

15

CO:	500 ppm
NO:	500 ppm
Propeno:	500 ppm
Oxígeno:	5 %
Vapor de agua:	10 %
CO ₂ :	70 -90 ppm
Nitrógeno:	el resto

20 El cuerpo alveolar de catalizador fue montado con una esterilla de fibras cerámicas en un tubo de vidrio cuarzoso. La corriente gaseosa fue calentada eléctricamente delante del catalizador. Para el ensayo, el catalizador se hizo funcionar en primer lugar durante 30 min en estas condiciones gaseosas a 390°C y luego se enfrió en escalones de 20°C . En tal caso, cada una de las temperaturas se mantuvo durante 8 min y la composición del producto se determinó durante entre 7 y 8 min. Por debajo de 250°C se efectuó el enfriamiento en escalones de 5°C , con el fin de poder determinar con mayor exactitud especialmente la temperatura de apagado de CO (conversión del CO de 50 %).

25 Después de este ensayo el catalizador fue atravesado por aire con 10 % de vapor de agua con una velocidad espacial de 5.000 h^{-1} y en estas condiciones fue calentado a 750°C (medido en el cuerpo monolítico) en el transcurso de 2 h. En estas condiciones el catalizador fue envejecido durante 10 h. Luego se repitió la medición más arriba descrita.

30 La Figura 1 muestra la conversión de CO de los catalizadores conformes al invento y de los catalizadores comparativos. La Tab. 1 muestra las temperaturas de apagado tomadas de la Figura 1 - (conversión de CO de 50 %).

Tabla 1: Temperaturas de apagado de CO (conversión de 50 %)

Ejemplo	CO-LOT fresco [$^\circ\text{C}$]	CO-LOT envejecido [$^\circ\text{C}$]
Ej. 1	196	225
Ej. 2	189	224
Ej. Comp. 1	245	278
Ej. Comp. 2	191	233
Ej. Comp. 3	200	220

LOT = acrónimo de Light Off Temperatur

35 Se puede reconocer con claridad que el catalizador de zeolita pura, que contiene Pt también junto a la superficie en forma de racimos grandes, lo cual era inevitable debido a la producción con impregnación con PtEA (Ejemplo comparativo 1), es manifiestamente peor que el catalizador conforme al invento.

40 Puede reconocerse también que el catalizador conforme al invento es comparable en lo que se refiere a las temperaturas de apagado de CO con unos catalizadores de DOC del estado de la técnica usuales en el comercio (Ej. comp. 3) y reproducidos (Ej. comp. 2) que se basan en óxidos mixtos de Al/Si como soporte del platino, tanto en el estado recientemente tratado como también después de un envejecimiento. Además de ello, a partir de la comparación entre los Ejemplos 1 y 2 puede reconocerse que una reducción del catalizador antes de la reacción no tiene ninguna importancia en el presente caso. Mediante las condiciones de ensayo de 30 min bajo una mezcla

gaseosa oxidante a 390 °C se suprimen tales efectos para los catalizadores conformes al invento. Por lo tanto, se pueden emplear catalizadores con Pt(0) o con un compuesto precursor oxidico.

La Figura 2 y la Tab. 2 muestran el rendimiento de NO₂ de estos catalizadores. Un alto rendimiento de NO₂ es deseado para la regeneración pasiva de un DPF, que está conectado detrás de un DOC y en el caso de una etapa de SCR para la reducción de óxidos de nitrógeno después de este DOC.

Tabla 2: Rendimientos máximos de NO_x

Ejemplo	Rendimiento max.de NO ₂ [%] fresco	Rendimiento max.de NO ₂ [%] envejecido
Ej. 1	50	37
Ej. 2	52	33
Ej. Comp. 1	32	15
Ej. Comp. 2	60	21
Ej. Comp. 3	59	16

Se puede reconocer con claridad que solamente el catalizador de acuerdo con el invento, después de un envejecimiento, con unos rendimientos de NO₂ de 37 y 33 %, tiene todavía una actividad relativamente alta para la oxidación de NO para dar NO₂.

Ejemplo 7:

Ensayo comparativo mediando envejecimiento por azufre:

Puesto que es conocido que los catalizadores de Pt/Pd son más estables frente al envejecimiento, pero a cambio más sensibles al azufre que unos catalizadores de platino puros, después de un envejecimiento se realizó todavía un ensayo con envenenamiento por azufre.

Para esta finalidad, en primer lugar, tal como se describe en el Ejemplo 6, se llevó a cabo un ensayo de actividad de 390 °C con temperatura en descenso, luego se llevó a cabo el envejecimiento, tal como se ha descrito en el Ejemplo 6 y luego de nuevo se realizó un ensayo después del envejecimiento térmico. Después de ello se condujo sobre el catalizador una mezcla gaseosa a base de 20 ppm de SO₂ en aire a 250 °C durante 2 h, con una velocidad espacial de 5.000 h⁻¹. A continuación se llevó a cabo de nuevo una medición de la actividad, partiendo de 390 °C y enfriando. Luego se desulfuró de nuevo el catalizador bajo aire con 10 % de vapor de agua con una velocidad espacial de 5.000 h⁻¹, calentando desde 150 °C hasta 750 °C a lo largo de un período de tiempo de 1 h y luego manteniendo a 750 °C durante 15 min. Después de esta desulfuración a alta temperatura se llevó a cabo de nuevo un ensayo de actividad partiendo de 390 °C y enfriando, tal como se ha descrito en el Ejemplo 6.

La Tab. 3 muestra las temperaturas de apagado de CO para los diferentes catalizadores.

Tabla 3: Temperaturas de apagado de CO después de un envejecimiento con SO₂

Ejemplo	Composición	Temperatura de apagado de CO [°C]			
		Fresco	Envejecido a 750 °C	2 h a 250 °C + SO ₂	Desulfurado a 750 °C 15 min
Ej. 1	Pt/β-zeolita según el invento	196	225	237	218
Ej. Comp. 4	Pt/Pd (Siralox)	180	165	178	166
Ej. Comp. 5	Pt/Siralox	198	225	230	236

Puede reconocerse con claridad que el catalizador conforme al invento se comporta en el presente caso de una manera muy similar a la del catalizador de platino puro de acuerdo con el estado de la técnica sobre un óxido de Al/Si amorfo (Ej. comp. 5). El catalizador de Pt/Pd (Ej. comp. 4) es esencialmente más estable térmicamente. La óptima aleación de Pt/Pd todavía no se había formado por calcinación a 550 °C durante la producción, de manera tal que el catalizador en el caso del envejecimiento a 750 °C se volvió incluso todavía mejor. Puede verse también que el envenenamiento por azufre es aproximadamente reversible tanto para el catalizador de Pt/Pd como también para el catalizador conforme al invento para la oxidación de CO. La gran ventaja del catalizador de Pt conforme al invento se pone de manifiesto sin embargo cuando se considera la oxidación de NO. Los máximos rendimiento de NO₂ se representan en la Tabla 4.

Tabla 4: Oxidación de NO después del envejecimiento por azufre

Ejemplo	Composición	Rendimiento máximo de NO ₂ en [%]			
		Fresco	Envejecido a 750 °C	250 °C 2 h +SO ₂	Desulfurado a 750 °C 15 min
Ej. 1	Pt/β-zeolita según el invento	50	37	39	37
Ej. Comp. 4	Pt/Pd (4:1)	51	43	38	28
Ej. Comp. 4	Pt/Siralox	56	21	22	22

Puede reconocerse con claridad que el catalizador conforme al invento muestra un menor envejecimiento térmico que el catalizador de platino puro (Ej. comp. 5), pero después de este envejecimiento térmico permanece inalterado independientemente del azufre. El catalizador de Pt/Pd (Ej. comp. 4) es ciertamente también más estable térmicamente, pero también después del drástico envejecimiento térmico es todavía desactivado por azufre. Precisamente cuando el catalizador, después de una carga con azufre, es calentado en alto grado, él es fuertemente desactivado para la oxidación de NO durante el proceso de desulfatación. El hecho de que en realidad ha tenido lugar una reacción de desulfatación ha de verse en el hecho de que la oxidación de CO se volvió de nuevo mejor (Tab. 3, Ej. comp. 4). En el caso de este proceso de desulfatación, sin embargo, el catalizador de Pt/Pd fue de nuevo desactivado considerablemente para la oxidación de NO (máximo rendimiento de NO₂ 28 %). Esta desactivación no puede observarse en el caso del catalizador conforme al invento, pero este proceso es muy relevante en la práctica. Cuando un catalizador DOC, en un sistema con DPF regenerado activamente con frecuencia mediante combustión de los hidrocarburos, debe generar altas temperaturas para la regeneración del DPF, esta desactivación es muy decisiva. En las fases de funcionamiento normal del catalizador entre las regeneraciones, el catalizador trabaja siempre en un gas de escape que contiene SO₂ a una temperatura más baja (0 - 500 °C). Él es cargado en el presente caso con SO₂. Cada regeneración activa significa un aumento de la temperatura con una muy alta temperatura y conduce a la desactivación de los catalizadores de Pt/Pd de acuerdo con el estado de la técnica que aquí se han descrito, pero no conduce a una desactivación del catalizador conforme al invento.

Ejemplo 8:

20 Determinación de la distribución de Pt

Con el fin de determinar la distribución de Pt sobre la zeolita se desarrolló un método de espectroscopia de IR. El método se basa en la comparación de la vibración de tensión de Pt-C=O antes y después de la absorción de 1-adamantanocarbonitrilo. En el caso del 1-adamantanocarbonitrilo de trata de una molécula exigente estéreamente, que a causa de su tamaño no puede penetrar en el sistema de poros de la zeolita y por lo tanto se fija selectivamente al racimo de Pt sobre la superficie exterior. Si se compara la cantidad de monóxido de carbono que se fija al racimo de Pt antes y después del envenenamiento, se puede determinar la distribución del Pt.

Realización de la medición:

A partir del polvo de zeolita de Pt se produjo un cuerpo prensado con un peso de aproximadamente 20 mg. Este cuerpo prensado fue secado durante una noche en alto vacío ($\sim 10^{-7}$ mbar) antes de la medición a 400 °C.

Antes de la medición del espectro de referencia se adsorbieron sobre la muestra 20 mbar de monóxido de carbono. Luego se llevó a cabo la primera medición de la cantidad adsorbida total de CO. (Integral del pico de CO). Antes del envenenamiento la muestra fue tratada térmicamente de nuevo a 400 °C, con el fin de desorber el monóxido de carbono y por consiguiente hacer posible el envenenamiento con 1-adamantanocarbonitrilo. Para el envenenamiento se absorbieron 2,5 mbar del nitrilo y después de ello se añadieron de nuevo 20 mbar de CO. Tras de aproximadamente 10 min se midió el espectro comparativo.

La Figura 3 muestra los espectros de IR de PSA-BEA y PtEA-BEA antes y después del envenenamiento con 1-adamantanocarbonitrilo.

El espectro izquierdo muestra el catalizador conforme al invento y el derecho muestra el catalizador de acuerdo con el Ejemplo comparativo 1, producido con hexahidroxoplatinato de etanolamonio. El catalizador conforme al invento adsorbe, tanto en el estado original como también en el estado envenenado, aproximadamente la misma cantidad monóxido de carbono. Esto significa que el platino no es accesible para el nitrilo y como consecuencia de ello se encuentra situado en el interior de la zeolita (en los poros). Al contrario de esto, el catalizador envenenado con adamantanonitrilo de acuerdo con el Ejemplo comparativo 1 adsorbe manifiestamente menos cantidad de CO que el catalizador no envenenado. Esto significa que la distribución de Pt sobre ambas zeolitas es diferente y se correlaciona con la actividad así como también con la estabilidad de los dos catalizadores. Es por lo tanto inequívocamente una ventaja incorporar el platino completamente en el sistema interno de poros de la zeolita.

La diferente distribución del Pt es confirmada adicionalmente mediante unas mediciones por XRD. El espectro del catalizador conforme al invento no muestra ningún reflejo de Pt, al contrario de lo cual el espectro del catalizador de acuerdo con el Ejemplo comparativo 1 muestra unos manifiestos reflejos.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la producción de un catalizador, siendo producida una zeolita que contiene platino mediante las siguientes etapas:
 - a) impregnar una zeolita que tiene un módulo de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 5 a 300 con una solución de sulfito de platino;
 - b) calcinar la zeolita impregnada bajo una atmósfera de un gas protector;siendo elaborada la zeolita que contiene platino como un revestimiento delgado y siendo aplicada sobre un cuerpo de soporte de catalizador, **caracterizado por que** el platino es aplicado solamente sobre un componente, a saber la zeolita.
2. Un procedimiento para la producción de un catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, efectuándose la calcinación en una atmósfera de argón, helio, neón o nitrógeno.
3. Un procedimiento para la producción de un catalizador de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, efectuándose la calcinación a una temperatura de 600 a 900 °C.
4. Un procedimiento para la producción de un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 3, efectuándose una reducción a continuación de la calcinación.
5. Un procedimiento para la producción de un catalizador de acuerdo con la reivindicación 4, efectuándose la reducción con una mezcla de un gas reductor y un gas inerte.
6. Un procedimiento para la producción de un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 ó 5, efectuándose la reducción durante un período de tiempo de 3 hasta 7 horas.
7. Un procedimiento para la producción de un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 hasta 6, efectuándose la reducción a una temperatura de 200 a 500 °C.
8. Un procedimiento para la producción de un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 7, escogiéndose la zeolita utilizada entre el conjunto que se compone de los tipos AEL, BEA, CHA, EUO, FAU, FER, KFI, LTA, LTL, MAZ, MOR, MEL, MTW, LEV, OFF, TON y MFI.
9. Un procedimiento para la producción de un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 8, siendo el cuerpo de soporte del catalizador un cuerpo monolítico metálico o cerámico, una espuma de vellón o metálica.
10. Un catalizador producido de acuerdo con un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 9.
11. Un catalizador de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** la zeolita que contiene platino contiene por lo menos 2 % en peso de platino, encontrándose por lo menos un 90 % del platino dentro de los poros de la zeolita que contiene platino.
12. Un catalizador de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** por lo menos un 95 % del platino se encuentra dentro de los poros de la zeolita que contiene platino.
13. Un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 hasta 12, **caracterizado por que** la zeolita que contiene platino contiene por lo menos 3 % en peso de platino.
14. Un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 hasta 13, escogiéndose la zeolita entre el conjunto que se compone de los tipos AEL, BEA, CHA, EUO, FAU, FER, KFI, LTA, LTL, MAZ, MOR, MEL, MTW, LEV, OFF, TON y MFI.
15. Un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 hasta 14, teniendo la zeolita un módulo de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 10 a 300.
16. Un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 hasta 15, siendo la zeolita una zeolita intercambiada con metales.

17. Un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 hasta 16, estando libre de reflejos de Pt el difractograma de rayos X (XRD) de la zeolita que contiene platino.

18. Una utilización de un catalizador de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 hasta 17 como catalizador de oxidación y almacén de hidrocarburos.

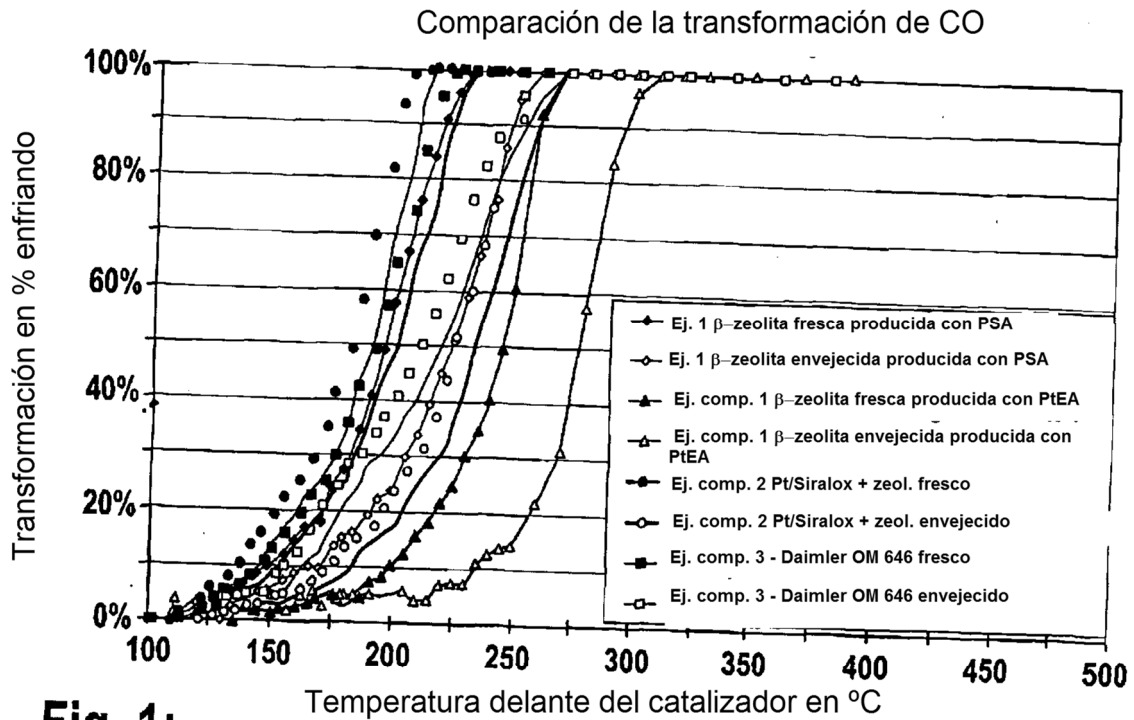


Fig. 1:

Conversión de CO

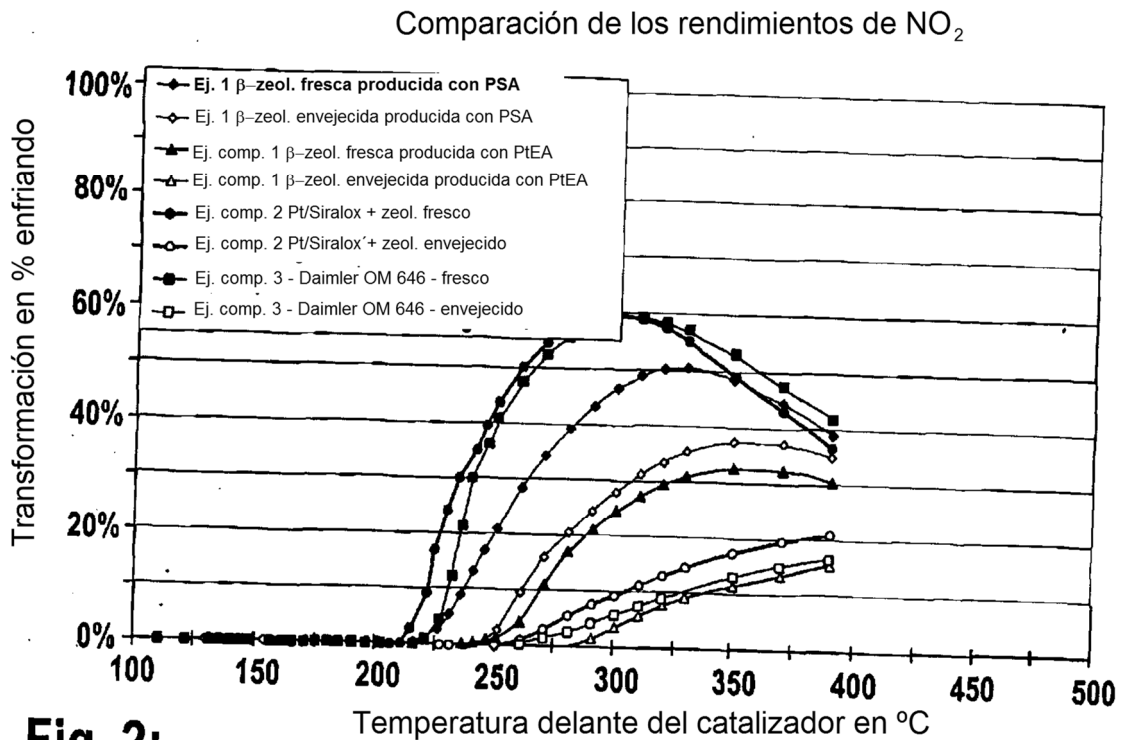
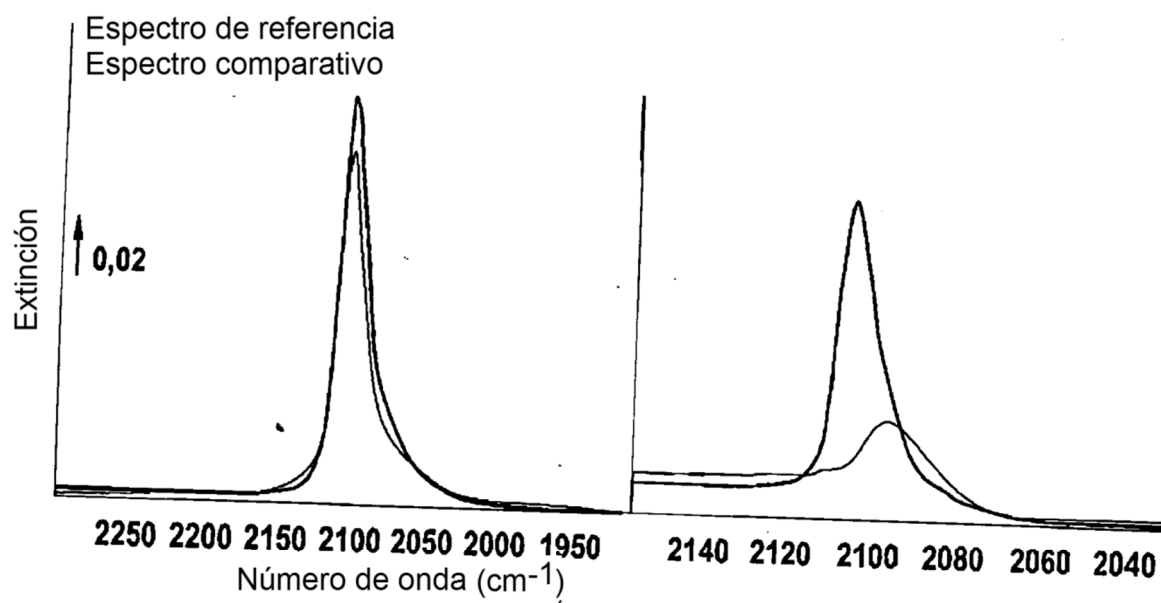


Fig. 2:

Rendimiento de NO_2

**Fig. 3:**

Espectros de IR de PSA-BEA y PtEA-BEA antes y después del envenenamiento con 1-adamantanocarbonitrilo