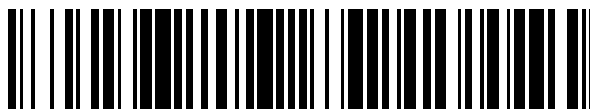


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 393**

51 Int. Cl.:

B01J 23/745 (2006.01)

B01J 23/889 (2006.01)

B01J 23/83 (2006.01)

B01J 21/06 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

B01D 53/56 (2006.01)

B01J 23/00 (2006.01)

B01J 35/02 (2006.01)

B01J 35/10 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2015** **E 15163315 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018** **EP 2933018**

54 Título: **Catalizador de desnitrificación, proceso de desnitrificación de humos utilizando dicho catalizador y proceso de fabricación de dicho catalizador**

30 Prioridad:

14.04.2014 FR 1453297

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

27.11.2018

73 Titular/es:

**LAB SA (100.0%)
259 avenue Jean Jaurès
69007 Lyon, FR**

72 Inventor/es:

**SIRET, BERNARD y
TABARIES, FRANK**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 691 393 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 de desnitrificación, proceso de desnitrificación de humos utilizando dicho catalizador y proceso de fabricación de dicho catalizador

5

[0001] Esta invención trata de un catalizador de desnitrificación, además de un proceso de desnitrificación catalítica de humos en los que se utiliza dicho catalizador. Trata también de un proceso de fabricación de dicho catalizador. La invención trata de forma más específica de los catalizadores de desnitrificación, activos a baja temperatura y que contienen una mezcla de óxidos metálicos.

10

[0002] Los catalizadores de desnitrificación son muy utilizados para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, comúnmente llamados NOx, en un amplio campo de industrias, entre ellas la industria de incineración y de producción de energía. Los catalizadores utilizados emplean un agente de reducción, con gran frecuencia amoníaco: esta catálisis se conoce bajo el nombre de reducción catalítica selectiva, llamada comúnmente "proceso SCR" (acrónimo de la expresión inglesa correspondiente "Selective Catalytic Reduction") Estos catalizadores incluyen generalmente un soporte, como la alúmina, el óxido de titanio, el óxido de circonio o una zeolita, en la que al menos un metal del grupo V o VI se deposita. La fórmula de lejos más utilizada es un catalizador estructurado, que tiene un soporte formado por óxido de titanio bajo su forma anatasa, en la que se depositan principios activos, particularmente óxidos de vanadio, como V₂O₅, y de tungsteno, como WO₃. Para reducir los óxidos de nitrógeno, se asocia a dichos catalizadores la introducción de amoníaco de forma que las reacciones entre el amoníaco y los óxidos de nitrógeno forman azote, detoxificando así los humos tratados. Otros compuestos, que pueden liberar amoníaco al nivel de o por encima del catalizador, pueden también utilizarse, por ejemplo, urea.

15

20

[0003] Para llevar a cabo la catálisis de forma correcta y a una temperatura máxima de menos de 300 °C, la fórmula del catalizador desempeña un papel fundamental. Sin embargo, a temperaturas inferiores a los 220 °C, la actividad de los catalizadores comerciales con una base de vanadio cae y ya no es interesante desde el punto de vista económico ya que el volumen de catalizador que se necesita utilizar se vuelve demasiado grande con respecto al flujo de los humos que hay que tratar.

25

[0004] Se proponen fórmulas alternativas que utilizan otros metales, como el cobre o el manganeso. y son más activos que las fórmulas con una base de vanadio y tungsteno a estas temperaturas. No obstante, cuando se quiere operar a temperaturas inferiores a 180 °C, estas fórmulas alternativas muestran de nuevo limitaciones. Particularmente, la actividad aparente de los catalizadores en presencia de vapor de agua cae significativamente cuando la temperatura baja por debajo de los 180 °C. Esta pérdida de actividad se debe probablemente a un fenómeno de absorción competitivo entre el vapor de agua y el amoníaco en los sitios del catalizador.

30

35

[0005] Sin embargo, es particularmente interesante a nivel industrial para poder operar a temperaturas lo más bajas posibles, particularmente por debajo de los 200 °C, incluso por debajo de los 180 °C. En efecto, operando a baja temperatura, se limita el tamaño de los calentadores y equipos de recuperación de la energía térmica y, para algunas aplicaciones, incluso es posible omitirlos completamente, por ejemplo, cuando el reactor de desnitrificación se encuentra por debajo de un filtro de manga.

40

[0006] Por otro lado, estudios recientes han demostrado que la presencia de cerio tendría un efecto benéfico en catalizadores de desnitrificación con una base de óxidos de hierro u óxidos de manganeso. Sin embargo, estos estudios no se ponen de acuerdo sobre una dosis óptima de los óxidos metálicos de los catalizadores considerados, destacando que todos estos estudios suelen prever una cantidad de cerio relativamente alta para aumentar el rendimiento de los catalizadores en detrimento del coste. US-A-2008/095682 y CN-A-101 879 452 ilustran estas consideraciones.

45

[0007] El objetivo de esta invención es proponer una fórmula catalítica para la desnitrificación de humos, que ofrezca buenos rendimientos dentro de un rango de temperaturas de 130 a 180 °C y en presencia de vapor de agua.

50

[0008] A estos efectos, la invención tiene como objeto un catalizador de desnitrificación, como se define en la reivindicación 1.

55

[0009] Los estudios de los inventores han demostrado que, de forma sorprendente e inesperada, una zona, restringida y óptima, en el espacio de las composiciones catalíticas con una base de óxidos de hierro, de manganeso y de cerio conduce a rendimientos particularmente ventajosos para desnitrificar humos: el catalizador conforme a la invención presenta una actividad particularmente elevada para convertir óxidos de nitrógeno a través

de catálisis. Los experimentos de los inventores para cuantificar esta actividad catalítica se han llevado a cabo en presencia de vapor de agua: es efectivamente crítico realizar dichos experimentos en presencia de vapor de agua ya que se sabe que la humedad deprime significativamente la actividad de los catalizadores de desnitrificación, y eso cuanto más se opere a baja temperatura, que se puede definir aquí la temperatura inferior a 180 °C a la altura del reactor de desnitrificación. Así, el catalizador conforme a la invención es particularmente eficaz para desnitrificar los humos procedentes de un proceso de combustión, como la incineración, o las emisiones de gases de combustión, procedentes de una central térmica o de motores diésel.

[0010] En la práctica, el catalizador conforme a la invención puede prepararse a través de varios procesos conocidos de por sí, generalmente por deposición-precipitación.

[0011] Sea cual sea su proceso de fabricación, el catalizador conforme a la invención asocia, como entidades catalíticas activas, óxidos de hierro, de manganeso y de cerio. La estructura de estos óxidos no se limita a la invención, en el sentido en que estos óxidos pueden tanto presentarse bajo forma de óxidos mixtos como bajo forma de una mezcla de especies distintas coexistentes, incluso de una «mezcla» entre estas dos formas. De hecho, en este campo, el especialista no ignora que el matiz entre los óxidos mixtos y la coexistencia de especies es fino, de forma que la invención no podría ser excluyente para una estructura física formal.

[0012] Por otro lado, se entiende que, según su definición más general, indicada en la reivindicación 1, el catalizador conforme a la invención puede incluir otros óxidos aparte de los óxidos de hierro, de manganeso y de cerio, estos otros óxidos que pueden estar de forma opcional presentes como dopantes, cocatalizadores, liantes, soportes, etc. Siendo esto, considerados en su conjunto, los óxidos de hierro, de manganeso y de cerio constituyen, en masa, al menos un 50 %, preferentemente un 60 %, incluso un 70 %, incluso un 80 %, incluso un 90 %, incluso un 100 % de las entidades catalíticas activas del catalizador conforme a la invención.

[0013] Características adicionales ventajosas del catalizador de desnitrificación conforme a la invención son especificadas en las reivindicaciones 2 a 8.

[0014] La invención tiene también como objeto un proceso de desnitrificación catalítica de humos, como se define en la reivindicación 9.

[0015] La invención tiene también como objeto un proceso de fabricación de un catalizador de desnitrificación, como se define en la reivindicación 10. Este proceso permite fabricar el catalizador como se define en la reivindicación 4 o en la reivindicación 5 o a una de las reivindicaciones 7 y 8 tomándolas en cuenta junto con la reivindicación 4.

[0016] Se entenderá mejor la invención tras leer la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo y que se hizo en referencia a los dibujos en las que las figuras 1 y 2 son grafos relativos a la actividad de catalizadores de los cuales algunos son conforme a la invención mientras que otros no son relevantes con respecto a la invención.

[0017] A continuación, se describe sucesivamente una lista de los compuestos químicos a partir de los cuales el catalizador según se prepara la invención, la preparación de este catalizador, y elementos de caracterización de este catalizador.

Lista de los compuestos químicos a partir de los cuales el catalizador se prepara según la invención:

[0018] El primer compuesto químico es una sal de hierro que, tras ser calcinada a una temperatura de 450 °C durante cuatro horas bajo aire, no deja ni residuos que contienen cloro, ni residuos que contienen azufre. Los sulfatos y los cloruros se tienen que excluir entonces. A título de ejemplo no limitativo, los acetatos y los nitratos son convenientes, particularmente el nitrato de hierro (III) noahidratado ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$).

[0019] El segundo compuesto químico es una sal de manganeso, que, tras ser calcinada a una temperatura de 450 °C durante cuatro horas bajo aire, no deja ni residuos que contienen cloro, ni residuos que contienen azufre. Los sulfatos y los cloruros se tienen que excluir entonces. A título de ejemplo no limitativo, los acetatos y los nitratos son convenientes, particularmente el nitrato de manganeso (II) o el acetato de manganeso (II) tetrahidratado ($\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). La sal de manganeso también puede prepararse a través de la acción del ácido nítrico o acético sobre el carbonato de manganeso, mucho más económico: en este caso, puede ser necesario añadir un agente reductor, por ejemplo, agua oxigenada H_2O_2 , que disuelve una capa de óxido de manganeso MnO_2 que

puede formarse y ralentizar la disolución del carbonato de manganeso.

[0020] El tercer compuesto químico es una sal de cerio, que, tras ser calcinada a una temperatura de 450 °C durante cuatro horas bajo aire, no deja ni residuos que contienen cloro, ni residuos que contienen azufre. A modo de ejemplo no limitativo, el nitrato de cerio (III) o el cerio (IV) nitrato de amonio pueden utilizarse.

[0021] El cuarto compuesto químico es un agente precipitante, como, preferentemente, el carbamato de amonio. Se pueden utilizar otros agentes precipitantes, como el carbonato de amonio o el amoniaco, o como la urea o la hexametilentetramina que, por hidrólisis cuando se calientan, liberan amoniaco. En la práctica, los mejores resultados se obtienen con el carbamato de amonio.

[0022] El quinto compuesto químico es un óxido de titanio (TiO₂) bajo la forma de anatasa y con una superficie específica incluida entre 70 m²/g y 400 m²/g, destacando que este rango de valores para la superficie específica traduce un estado finalmente dividido por el óxido de titanio. A modo de ejemplo no limitativo, la calidad conocida comercialmente bajo los nombres de "DT51 de Millenium" y de "DT51" es conveniente. Hay que destacar que los inventores han subrayado el interés de utilizar dicha calidad de óxido de titanio, preparando de forma idéntica dos series de catalizadores, una con un óxido de titanio que tiene una calidad "normal", es decir, que tiene una superficie específica igual a 10 m²/g, y la otra con un óxido de titanio que tiene una gran superficie específica, es decir, con una superficie específica de 81 m²/g, y los resultados obtenidos están reagrupados en la tabla más abajo, destacando los valores adimensionales de la actividad de los catalizadores se ha examinado según se describe al principio del párrafo que viene a continuación, titulado "Caracterización del catalizador conforme a la invención".

Fracción molar Mn/Fe	Fracción molar Ce/(Mn+Fe+Ce)	Actividad catalítica	
		Soporte de TiO ₂ que tiene una superficie específica igual a 81 m ² /g	Soporte de TiO ₂ que tiene una superficie específica igual a 10 m ² /g
4,5	0,225	1,85	1,15
3,5	0,05	2,96	0,8
3,2	0,15	2,94	1,15

[0023] Por otro lado, cabe destacar que, según la invención, la presencia de óxido de titanio es opcional, en el sentido en que algunas fórmulas del catalizador, muy activas, también han sido obtenidas sin utilizar óxido de titanio como soporte del catalizador.

Preparación del catalizador conforme a la invención:

[0024] A partir de los compuestos químicos listados más arriba, un catalizador se obtiene, de forma clásica, por deposición-precipitación, puesta en marcha por las etapas descritas más abajo.

[0025] Se forma una suspensión homogénea al disolver, en el agua, las sales de hierro, de manganeso y de cerio y, llegado el caso, añadiéndole el dióxido de titanio cuando este último está presente. Se añade luego el agente precipitante, de forma que los hidróxidos metálicos se precipitan lentamente, es decir, los hidróxidos de hierro, de manganeso y de cerio. En el caso preferente de uso, como agente precipitante, del carbamato de amonio, o bien en el caso del uso de carbonato de amonio o de amoniaco, esta precipitación puede tener lugar en frío. Es importante añadir el agente precipitante lentamente, y preferentemente en un lapso de tiempo incluido entre diez y cuarenta minutos, de forma que obtener una precipitación fina y controlada. Se requiere agitar.

[0026] En el caso en el que se use como agente precipitante urea o hexametilentetramina, hay que operar en caliente, a una temperatura comprendida entre 60 °C y 110 °C, para que una reacción de hidrólisis pueda producirse y liberar gradualmente amoniaco.

[0027] El producto precipitado luego se separa, de forma conocida de por sí, de la fase acuosa. Se utiliza por ejemplo, sola o combinada, la filtración, la centrifugación o la decantación.

[0028] De forma optativa, se procede a un aclarado, que tiene como objetivo quitar elementos solubles no deseados como sulfatos, cloruros, sodio o potasio, que son nefastos para la actividad catalítica, si los reactivos de salida ya los poseía, por ejemplo, como impurezas.

[0029] Se procede entonces en un secado, de una duración comprendida entre una hora y cuatro horas preferentemente, y a una temperatura que no supere los 120 °C durante las dos primeras horas. La duración de la fase de secado puede superar las cuatro horas, sin efecto nefasto para la actividad. A raíz de la fase de secado, el producto obtenido debe poder manipularse como un sólido, pero no está obligatoriamente perfectamente seco.

[0030] Este producto obtenido luego se calcina bajo aire, a una temperatura comprendida entre los 400 °C y 550 °C, preferentemente entre 450 °C y 500 °C, durante una duración de al menos dos horas, preferentemente comprendida entre cuatro y cinco horas. El papel de esta fase de calcinación es transformar hidróxidos hacia los óxidos metálicos activos, es decir, MnO_2 , Mn_2O_3 , Fe_2O_3 y CeO_2 .

[0031] A raíz de la operación de calcinación, se obtiene un polvo calcinado, que puede utilizarse como tal para formar el catalizador: en este caso, se utiliza este catalizador bajo forma pulverulenta, por ejemplo, en un reactor gas-sólidos de una tecnología en sí. Dicho esto, bajo forma de uso preferente, el catalizador se pone a disposición bajo una forma estructurada, como monolitos para este hecho, de forma conocida en sí, el polvo calcinado mencionado anteriormente se mezcla con un liante de extrusión, sobre todo, bentonita, sepiolita o tierra de infusorios, la pasta además preparada siendo extruida a través de una filial, luego, llegado el caso, secada y/o calcinada.

Caracterización del catalizador conforme a la invención:

[0032] Para evaluar la actividad de fórmulas catalíticas según la invención, además de la actividad de fórmulas, preparadas de forma idéntica pero no conforme a la invención, los inventores han puesto en marcha los siguientes experimentos.

[0033] 0,5 g de catalizadores, todos preparados como se describe más arriba, pero que tienen cantidades de óxidos metálicos diferentes los unos de los otros, se tamizan para solo retener la fracción de tamaño entre 0,6 y 1 mm. Cada una de estas muestras se diluye en 10 g de fibra inactiva y la masa obtenida se coloca en un reactor de un diámetro de 20 mm, mantenido a la temperatura de los experimentos. Los resultados, que se dan a continuación, tratan de experimentos realizados a 215 °C, destacando que otras series de experimentos, que dan lugar a resultados similares, se realizan a otras temperaturas, incluido a temperaturas comprendidas entre 130 y 180 °C.

[0034] Una mezcla gaseosa, que contiene vapor de agua y que se mantiene a la temperatura de los experimentos, se introduce en el reactor: esta mezcla está formada por 0,6 l/min de monóxido de nitrógeno (NO) a 2000 ppmv y de 0,8 l/min de amoníaco a 2000 ppmv. Se calienta esta mezcla y se vaporiza agua ahí para obtener un 17,5 % de agua, en porcentaje volumínico sobre una base húmeda. Las velocidades precipitadas de 0,6 y 0,8 l/min se miden a temperatura ambiente y a presión atmosférica

[0035] Al nivel del reactor, se mide la conversión del monóxido de nitrógeno por un analizador. A partir de esta medida de la conversión, se calcula la actividad adimensional k del catalizador probado, por la relación $k = -\ln(1-\eta)$ donde η indica la conversión.

[0036] Los valores de actividad, calculados por varias muestras probadas, se agrupan en las figuras 1 y 2: estas figuras 1 y 2 visualizan, de forma diferente, la actividad en función de dos parámetros esenciales que caracterizan la invención, es decir, por un lado, la fracción molar manganeso/hierro (Mn/Fe) y, por otro lado, la fracción molar en cerio, traída a los tres metales activos que son el manganeso, el hierro el cerio ($\text{Ce}/(\text{Mn}+\text{Fe}+\text{Ce})$). De forma más precisa, la figura 1 es una representación gráfica de la actividad, a través de un diagrama "en hilos de hierro", en función, por un lado, de la fracción molar Mn/Fe y, por otro lado, la fracción molar $\text{Ce}/(\text{Mn}+\text{Fe}+\text{Ce})$. La figura 2 proporciona la misma información, bajo forma de un diagrama en superficies de respuesta, cuyos rangos de valores de la actividad se indican a la derecha de la figura 2.

[0037] Como se ilustra en las figuras 1 y 2, las composiciones catalíticas, particularmente activas para la desnitrificación catalítica, se obtienen seleccionando una fracción molar Mn/Fe comprendida entre 2 y 5, y una fracción molar $\text{Ce}/(\text{Mn}+\text{Fe}+\text{Ce})$ comprendida entre 0,03 y 0,17.

[0038] Preferentemente, la fracción molar Mn/Fe se selecciona entre 2,1 y 4,9, incluso entre 2,2 y 4,8, incluso entre 2,3 y 4,7, incluso entre 2,4 y 4,6, incluso entre 2,5 y 4,5, sea cual sea el valor, incluido entre 0,03 y 0,17, de la fracción molar $\text{Ce}/(\text{Mn}+\text{Fe}+\text{Ce})$.

[0039] Preferentemente, la fracción molar $\text{Ce}/(\text{Mn}+\text{Fe}+\text{Ce})$ se selecciona entre 0,035 y 0,16, incluso entre

0,04 y 0,15, incluso entre 0,045 y 0,14, incluso entre 0,05 y 0,13, sea cual sea el valor, incluido entre 2 y 5, de la fracción molar Mn/Fe.

[0040] Una fórmula catalítica particularmente preferida se obtiene seleccionando, al mismo tiempo, una fracción molar Mn/Fe incluido entre 2,5 y 4,5 y una fracción molar Ce/(Mn+Fe+Ce) incluida entre 0,05 y 0,13.

[0041] En caso de que el catalizador se prepare de modo que incluya óxido de titanio, que es tal y como se define más arriba, y en el que se depositan óxidos de hierro, de manganeso y de cerio, el óxido de titanio, entonces soporte de este catalizador, representa preferentemente entre un 25 y 75 % de la masa total del catalizador.

[0042] Por otro lado, en caso de que el catalizador se prepare con un liante de extrusión, como se explica más arriba, este liante de extrusión representa preferentemente entre un 5 y 30 % de la masa total del catalizador.

[0043] En todos los casos, el modo de precipitación específico, es decir, la deposición precipitación realizada lentamente, es decir, en relación con el lapso de tiempo de diez a cuarenta minutos mencionado más arriba, seguida de un secado y de una calcinación en condiciones controladas, influye directamente y de forma fuerte sobre el estado final físico del catalizador, y en particular, sobre su superficie específica BET y su volumen poroso, además de la distribución en tamaño de los poros, tal y como se determina a través de una porosimetría de mercurio. Se conocen estos parámetros para influir directamente en la actividad de los catalizadores. Las superficies específicas obtenidas supera los 100 m²/g (superficie BET) para los catalizadores preparados según la invención cuando están bajo forma pulverulenta y sin liante, y superan los 50 m²/g cuando están bajo forma extruida. y contienen aproximadamente un 20 % de bentonita, un liante añadido y el proceso de extrusión que hace perder superficie BET.

REIVINDICACIONES

1. Catalizador de desnitrificación,
5 que incluye óxidos de hierro, de manganeso y de cerio,
que **se caracteriza porque** los óxidos de hierro, de manganeso y de cerio considerados juntos, constituyen al menos un 50 % en masa de las entidades catalíticas activas del catalizador, y **por** la fracción molar manganeso/hierro (Mn/Fe) comprendida entre 2,5 y 5, y la fracción molar
10 cerio/(manganeso+hierro+cerio) (Ce/(Mn+Fe+Ce)) comprendida entre 0,03 y 0,17.
2. Catalizador que sigue la reivindicación 1, **que se caracteriza por** incluir la fracción molar manganeso/hierro (Mn/Fe) entre 2,5 y 4,5.
- 15 3. Catalizador que sigue una de las reivindicaciones 1 o 2, que **se caracteriza porque** la fracción molar cerio/(manganeso+hierro+cerio) (Ce/(Mn+Fe+Ce)) está comprendida entre 0,05 y 0,13.
4. Catalizador que sigue cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que **se caracteriza por** incluir además un soporte de depósito de óxidos de hierro, de manganeso y de cerio, que está formado por óxido de titanio,
20 bajo forma de anatasa.
5. Catalizador que sigue la reivindicación 4, que **se caracteriza porque** el óxido de titanio del soporte representa entre un 25 y 75 % de la masa total del catalizador.
- 25 6. Catalizador que sigue cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que **se caracteriza porque** no posee un soporte con una base de óxido de titanio.
7. Catalizador que sigue cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que **se caracteriza por** incluir además un liante de extrusión, que representa entre un 5 y 30 % de la masa total del catalizador.
30
8. Catalizador que sigue la reivindicación 7, que **se caracteriza porque** el liante de extrusión contiene bentonita, sepiolita o tierra de infusorios.
9. Proceso de desnitrificación catalítica de humos, en las que un catalizador, conforme a cualquiera de
35 las reivindicaciones anteriores, se utiliza para desnitrificar humos que presentan una temperatura incluida entre 130 °C y 180 °C y una humedad comprendida entre un 9 y 25 % molar.
10. Proceso de fabricación de un catalizador de desnitrificación, en el que:
40 - se prepara una suspensión mezclando, en agua, al mismo tiempo:
- dióxido de titanio, bajo forma de anatasa y con una superficie específica comprendida entre 70 m²/g y 400 m²/g, y
- sales de hierro, manganeso y cerio en proporciones tales que, por un lado, la fracción molar manganeso/hierro
45 (Mn/Fe) está comprendida entre 2,5 y 5 y la fracción molar cerio/(manganeso+hierro+cerio) (Ce/(Mn+Fe+Ce)) está comprendida entre 0,03 y 0,17, y, por otro lado, considerados juntos, los óxidos de hierro, de manganeso y de cerio, obtenidos a raíz del proceso de fabricación, constituyen al menos un 50 % en masa de las entidades catalíticas activas du catalizador fabricado,
- 50 - se añade a la suspensión un agente precipitante y se agita, y
- se recupera el producto precipitado por separación, luego se seca y se calcina.

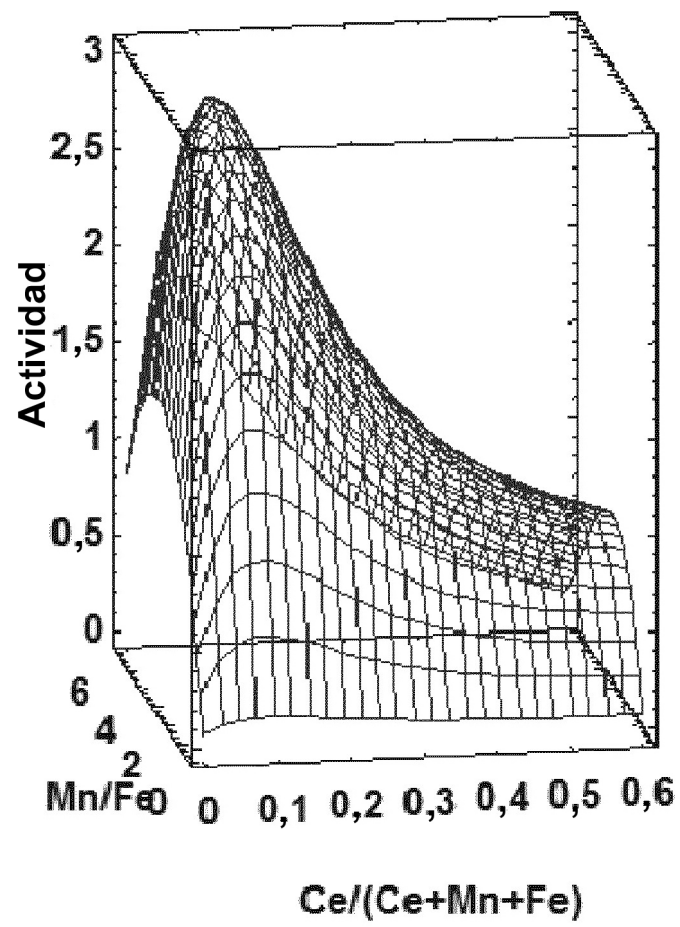


Fig.1

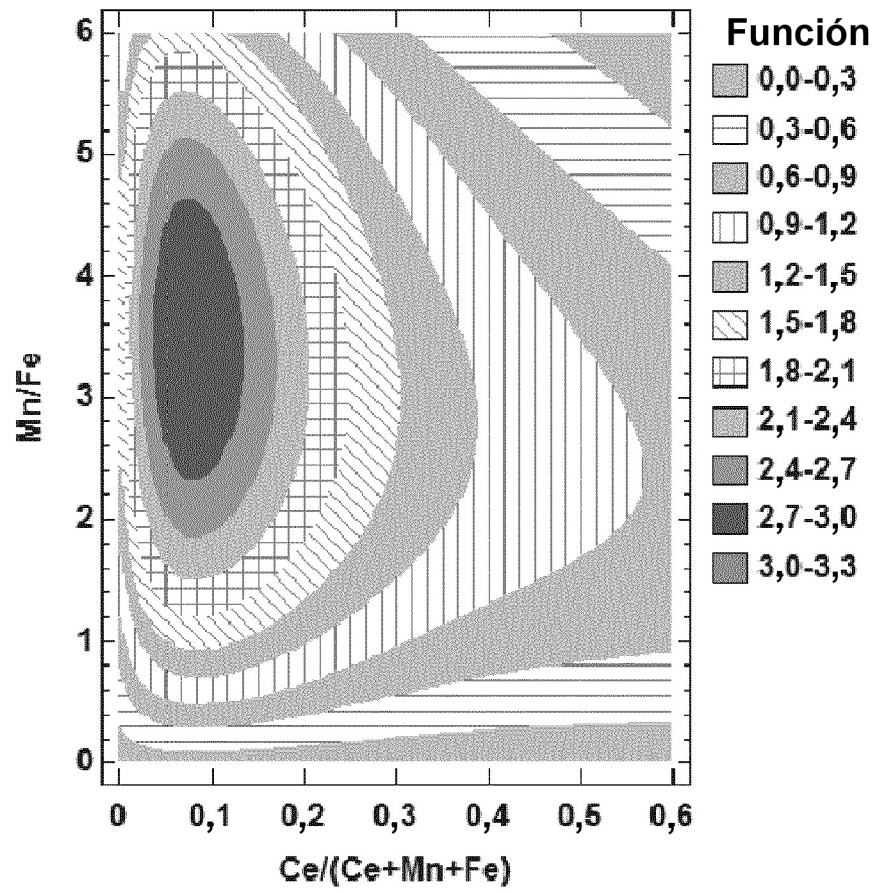


Fig.2