



(11) **EP 1 759 097 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**15.10.2008 Patentblatt 2008/42**

(51) Int Cl.:  
**F01N 3/035** <sup>(2006.01)</sup> **F01N 3/022** <sup>(2006.01)</sup>  
**F01N 3/023** <sup>(2006.01)</sup> **B01J 23/745** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **05767079.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2005/006219**

(22) Anmeldetag: **09.06.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2005/121514 (22.12.2005 Gazette 2005/51)**

---

(54) **VORRICHTUNG ZUR REINIGUNG VON ABGASEN EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE**  
**APPARATUS FOR PURIFYING EXHAUST GASES OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE**  
**DISPOSITIF POUR PURIFIER LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE**

---

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **11.06.2004 DE 102004028276**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.03.2007 Patentblatt 2007/10**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BOCKHORN, Henning**  
**76327 Pfinztal (DE)**  
• **KURETI, Sven**  
**76149 Karlsruhe (DE)**  
• **SCHROEDER, Thomas**  
**76131 Karlsruhe (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 341 832 EP-A- 0 600 442**  
**DE-A1- 3 716 446 DE-A1- 3 731 889**  
**US-A- 4 711 870 US-A- 6 013 599**

**EP 1 759 097 B1**

---

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen einer Verbrennungskraftmaschine. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Abgasanlage für eine Verbrennungskraftmaschine.

**[0002]** Aus der DE 37 16 446 A1 ist ein katalytischer Dieselmotorenrußfilter bekannt, welcher eine katalytisch aktive Beschichtung aus metalldotiertem Zeolith aufweist. Vorzugsweise ist der Zeolith mit einem Metall der Gruppe IB, IIB, VB, VIB oder VIIB des Periodensystems oder einer Kombination derselben beladen, wobei vorzugsweise Nickel, Kupfer, Mangan, Vanadium, Silber oder eine Kombination derselben verwendet wird.

**[0003]** Problematisch bei diesem bekannten Filter ist jedoch, dass die gewünschte Wirkung erst dann einsetzt, wenn ein Reduktionsmittel zugegeben wird, was jedoch einen verhältnismäßig großen Aufwand darstellt. Ein weiterer Nachteil dieses bekannten Partikelfilters ist die Tatsache, dass in dem Abgas enthaltene NO-Moleküle erst oberhalb einer Temperatur von 400°C zu N<sub>2</sub> umgesetzt werden, was entweder eine sehr motornahe Anordnung dieses Partikelfilters oder die Erzeugung von hohen Temperaturen in der Abgasleitung notwendig macht.

**[0004]** Die DE 37 31 889 A1 beschreibt einen Dieselmotorenruß-Partikelfilter, der ein Filterelement als Träger für einen unter Verwendung von mindestens einem Metalloxid hergestellten Katalysator aufweist. Der Träger besteht aus einem Keramik- oder Metallschaumkörper, dessen Porenflächen durchgängig mit einem oder mehreren Metalloxiden der Gruppen Ib, Vb, ViiB oder der Fe-Gruppe beschichtet sind. Auch dieser Partikelfilter weist jedoch noch keine zufriedenstellende Wirksamkeit hinsichtlich der NO<sub>x</sub>-Minderung auf.

**[0005]** Weiterhin ist aus der EP 0 600 442 A eine Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, die einen Partikelfilter, der mit einer katalytisch aktiven Beschichtung versehen ist, umfasst. Die katalytisch aktive Beschichtung umfasst ein Trägermaterial und ein mit dem Trägermaterial verbundenes, zumindest an der Oberfläche desselben vorliegendes, eisenhaltiges Material, wobei das Trägermaterial beispielsweise ein Siliziumoxid (Silica) ist.

**[0006]** Bei aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannten Verfahren und Vorrichtungen zur Abgasreinigung ist häufig ein zusätzliches Reduktionsmittel, wie z. B. Harnstoff oder ein Kohlenwasserstoff, erforderlich, um die Umsetzung von NO<sub>x</sub> zu erzielen, was jedoch mit zusätzlichem Aufwand und höheren Kosten verbunden ist.

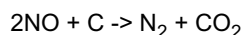
**[0007]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen einer Verbrennungskraftmaschine zu schaffen, welche auch bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen eine sehr gute Reinigungswirkung zeigt und bei welcher auf ein zusätzliches Reduktionsmittel verzichtet werden kann.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

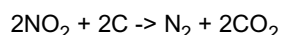
**[0009]** Es wurde überraschenderweise festgestellt, dass ein mit dem Trägermaterial verbundenes, an der Oberfläche desselben vorliegendes, eisenhaltiges Material als katalytisch aktive Substanz eine bezüglich der Umsetzung der Abgase sehr gute Wirkung besitzt. So konnte festgestellt werden, dass durch die erfindungsgemäße Zusammensetzung der katalytisch aktiven Beschichtung Stickstoffoxide zur Reaktion mit den im Abgas vorhandenen Rußpartikeln angeregt werden, wobei bereits bei Temperaturen von ca. 220°C eine Reduzierung von NO<sub>x</sub> zu N<sub>2</sub>, also eine Stickstoffbildung, festgestellt wurde und in dem die Vorrichtung verlassenden Abgas annähernd keine schädlichen NO-Moleküle mehr enthalten sind, wobei auf ein zusätzliches Reduktionsmittel verzichtet werden kann.

**[0010]** Dabei werden die in dem Abgas enthaltenen Rußpartikel in an sich bekannter Weise an dem Partikelfilter festgehalten und so daran gehindert, die Abgasleitung, in der die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise eingebaut ist, zu verlassen. Gleichzeitig dienen die an den Poren des Partikelfilters festgehaltenen Rußpartikel zu der oben beschriebenen Reduktion der Stickstoffoxide, sodass sich die Rußmenge weitaus weniger stark erhöht als bei bekannten Partikelfiltern und dementsprechend erheblich seltener eine Regeneration desselben erforderlich ist. Vorteilhafterweise bewirkt die katalytische Beschichtung mit dem eisenhaltigen Material zusätzlich zu der Auslösung dieser Reaktionen auch eine Verringerung der Zündtemperatur des Rußes.

**[0011]** Es ergaben sich hierbei folgende Reaktionsgleichungen:



bzw.



**[0012]** Besonders hervorzuheben ist der Effekt der simultanen Stickstoffoxid-Reduktion und der Ruß-Oxidation im Abgas der Verbrennungskraftmaschine, der eine besonders gute Reinigung des Abgases zur Folge hat und somit die Einhaltung verschärfter Abgasgrenzwerte erlaubt.

**[0013]** Dadurch, dass das Trägermaterial ein Alumosilikat oder ein Siliziumoxid ist, wird eine sehr feine Verteilung des an der Oberfläche des Trägermaterials vorliegenden eisenhaltigen Materials erreicht, wodurch eine erhebliche Steigerung der Reaktivität erreicht wird.

**[0014]** Besonders gute Ergebnisse hinsichtlich der Ruß-NO<sub>x</sub>-Umsetzung können erzielt werden, wenn als Trägermaterial ein Zeolith verwendet wird.

**[0015]** Alternativ kann jedoch auch ein Siliziumoxid als Trägermaterial eingesetzt werden, dessen Gerüststruktur vom Typ MCM41 oder MCM48 ist. Auch hiermit wurden gute Ergebnisse hinsichtlich der Ruß-NO<sub>x</sub>-Umsetzung erreicht.

**[0016]** Als bezüglich der katalytischen Reaktionen besonders vorteilhaft hat es sich herausgestellt, wenn das eisenhaltige Material Eisenoxid aufweist. Eisenoxid ist ein sehr guter Oxidationskatalysator für Ruß und ist vorteilhafterweise nicht toxisch.

**[0017]** Hierbei kann es besonders vorteilhaft sein, wenn das eisenhaltige Material zu 100 % aus Eisenoxid besteht.

**[0018]** Alternativ ist auch eine gute Reinigungswirkung zu erwarten, wenn das eisenhaltige Material Reineisen aufweist.

**[0019]** Analog ist auch hier denkbar, dass das eisenhaltige Material zu 100 % aus Reineisen besteht.

**[0020]** Eine verbesserte Reaktion der Abgasbestandteile und somit eine besonders gute Reinigungswirkung konnte beobachtet werden, wenn die katalytisch aktive Beschichtung ein Edelmetall aufweist.

**[0021]** Als besonders wirkungsvoll haben sich dabei die Edelmetalle Platin und insbesondere Palladium herausgestellt.

**[0022]** Eine Abgasanlage für eine Verbrennungskraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen ist in Anspruch 16 angegeben.

**[0023]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen. Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung prinzipiell dargestellt.

**[0024]** Es zeigt:

Fig. 1 eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasleitung, in der eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Reinigung der Abgas der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Schichtaufbaus einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

**[0025]** Eine Verbrennungskraftmaschine 1 ist mit einer Abgasanlage 2 versehen, die eine Abgasleitung 2a aufweist, durch die in der Verbrennungskraftmaschine 1 in an sich bekannter Weise produzierte Abgase abgeführt werden. In der Abgasleitung 2a ist eine Vorrichtung 3 zur Reinigung der Abgase der Verbrennungskraftmaschine 1 angeordnet, welche nachfolgend ausführlicher beschrieben wird. Bei der Verbrennungskraftmaschine 1 handelt es sich vorzugsweise um eine nach dem Dieselprinzip arbeitende Verbrennungskraftmaschine, in deren Abgas neben anderen Schadstoffen Rußpartikel enthalten sind.

**[0026]** Die Vorrichtung 3 weist einen stark schematisiert dargestellten Partikelfilter 4 auf, der vorzugsweise aus Keramik, wie z.B. Siliziumkarbid, besteht, der jedoch auch aus Aluminiumoxid oder einem anderen geeigneten Material bestehen kann. Der Partikelfilter 4 seinerseits weist mehrere Einlasskanäle 5 und Auslasskanäle 6 auf, die wechselseitig verschlossen sind. Es handelt sich demnach um ein wechselseitiges Kanalsystem. Alternativ wäre auch ein offenes System mit jedweder Kanalform und -geometrie möglich. Die Einlasskanäle 5 und die Auslasskanäle 6 sind durch jeweilige, mittels gestrichelter Linien angedeutete Wandungen 7 voneinander getrennt, sodass die Abgase die Wandungen 7 durchströmen müssen, um von den Einlasskanälen 5 in die Auslasskanäle 6 zu gelangen und auf diese Weise den Partikelfilter 4 zu verlassen. Hierzu ist das Material der Wandungen 7 des Partikelfilters 4 in an sich bekannter Weise porös ausgebildet, so dass die gasförmigen Abgasbestandteile die Wandungen 7 durchströmen können, die Rußpartikel jedoch an denselben verbleiben bzw. abgeschieden werden.

**[0027]** Wie in der schematischen Darstellung gemäß Fig. 2 erkennbar ist, ist der Partikelfilter 4 bzw. die denselben bildenden Wandungen 7 mit einer katalytisch aktiven Beschichtung 8 versehen, welche ein Trägermaterial 9 und ein mit dem Trägermaterial 9 verbundenes, an der Oberfläche desselben vorliegendes, eisenhaltiges Material 10 aufweist. Das Trägermaterial 9 der katalytisch aktiven Beschichtung 8 ist mittels eines Bindemittels 11 aus ceroxid mit dem Partikelfilter 4 verbunden.

**[0028]** Zur Verbindung der katalytisch aktiven Beschichtung 8 mit dem Partikelfilter 4 über das Bindemittel 11 können an sich bekannte und daher nachfolgend nicht näher erläuterte Verfahren zur Anwendung kommen.

**[0029]** Die in Fig. 2 dargestellten Schichtdicken sind selbstverständlich als rein beispielhaft anzusehen.

**[0030]** Das eisenhaltige Material 10 kann in einer Ausführungsform der Vorrichtung 3 Eisenoxid aufweisen, es ist in diesem Zusammenhang auch möglich, dass das eisenhaltige Material 10 zu 100 % aus Eisenoxid besteht. Alternativ ist es ebenfalls möglich, dass das eisenhaltige Material 10 Reineisen aufweist bzw. zu 100 % aus Reineisen besteht. Des weiteren ist auch eine Mischung aus Eisenoxid und Reineisen zur Bildung des eisenhaltigen Materials 10 möglich. Zusätzlich können Titan, Vanadium, Chrom, Mangan, Kobalt, Nickel, Kupfer, Zink, Zirkonium, Niob, Wolfram und/oder Rhenium in dem eisenhaltigen Material 10 enthalten sein, wobei Eisenoxid oder Reineisen stets den größten Bestandteil des eisenhaltigen Materials 10 stellen.

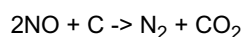
**[0031]** Zur Verbindung des eisenhaltigen Materials 7 mit dem Trägermaterial 9 kann das an sich bekannte Ionenaustauschverfahren eingesetzt werden, es ist jedoch auch möglich, das Trägermaterial 9 mit dem eisenhaltigen Material

10 mittels eines Beschichtungsverfahrens zu verbinden.

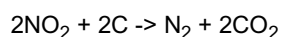
[0032] Im vorliegenden Fall weist die katalytisch aktive Beschichtung 8 zusätzlich zu dem Trägermaterial 9 und dem eisenhaltigen Material 10 ein Edelmetall 12 auf, welches im dargestellten Fall als zusätzliche Schicht auf die katalytisch aktive Beschichtung 8 aufgebracht ist. In nicht dargestellter Weise ist es auch möglich, das Edelmetall 12 in der katalytisch aktiven Beschichtung 8 zu verteilen. Als Edelmetall 12 wird vorzugsweise Palladium oder Platin verwendet, es könnte jedoch auch die Verwendung von Ruthenium, Rhodium, Silber, Osmium, Iridium oder Gold vorgesehen sein. Das Edelmetall 12 kann als Oxid oder als reines Element vorhanden sein.

[0033] Das Trägermaterial 9 besteht vorzugsweise aus einem amorphen oder kristallinen Alumosilikat, beispielsweise aus einem  $\beta$ -Zeolith, einem Zeolith des Typs Y oder einem Zeolith des Typs ZSM5. Dieses poröse, eine sehr große Oberfläche aufweisende Trägermaterial 9 ist mit dem eisenhaltigen Material 10 modifiziert, sodass das eisenhaltige Material 10 über wenigstens annähernd der gesamten Oberfläche des Trägermaterials 9 fein verteilt ist. In der Praxis hat sich ein kristalliner  $\beta$ -Zeolith als besonders geeignet erweisen, insbesondere weil er sich auch nach längerer Zeit, in der er dem Abgas ausgesetzt ist, nicht zersetzt und gerade mit dem eisenhaltigen Material 10 eine äußerst gute Wirkung der katalytisch aktiven Beschichtung 8 hervorruft. Alternativ wäre es auch möglich, für das Trägermaterial 9 amorphes Siliziumoxid ( $\text{SiO}_2$ ) zu verwenden, wobei dessen Gerüststruktur beispielsweise vom Typ MCM41 sein kann.

[0034] Die Wirkungsweise der Vorrichtung 3 ist folgendermaßen: An dem Partikelfilter 4 setzen sich die in dem Abgas enthaltenen Rußpartikel ab und reduzieren durch die Einwirkung der katalytisch aktiven Beschichtung 8 die in dem Abgas enthaltenen  $\text{NO}_2$ - und  $\text{NO}$ -Moleküle zu  $\text{N}_2$ -Molekülen, wobei zugleich der die Rußpartikel im wesentlichen bildende Kohlenstoff zu  $\text{CO}_2$  oxidiert. Es gelten dabei nachfolgende Reaktionsgleichungen bzw. zumindest eine derselben:



bzw.



[0035] Dies bedeutet, dass in dem die Vorrichtung 3 verlassenden Abgas nur noch eine erheblich verringerte Menge an  $\text{NO}_x$ -Molekülen und im wesentlichen nur  $\text{N}_2$ -Moleküle enthalten sind, und dass gleichzeitig die Rußpartikel an dem Partikelfilter 4 abgeschieden und danach durch  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$  oxidiert werden. Durch die Einwirkung des eisenhaltigen Materials 7 in der katalytisch aktiven Beschichtung 8 laufen die beschriebenen Reaktionen bereits bei Temperaturen von ca.  $220^\circ\text{C}$  ab, so dass es nicht erforderlich ist, die Vorrichtung 3 besonders nah an der Verbrennungskraftmaschine 1 anzuordnen oder zusätzliche Reduktionsmittel in die Abgasleitung 2a einzuleiten. Es ist somit möglich, mittels einer einzigen Vorrichtung 3 die beiden Schadstoffe  $\text{NO}_x$  und Ruß aus dem Abgas der Verbrennungskraftmaschine 1 zu entfernen.

[0036] In Fig. 1 ist außerdem dargestellt, dass der Vorrichtung 3 ein zusätzlicher, kommerziell erhältlicher Oxidationskatalysator 13, beispielsweise auf Basis von Platin und/oder Palladium, vorgeschaltet sein kann, um aus dem in dem Abgas vorhandenen  $\text{NO}$  das reaktivere  $\text{NO}_2$  zu erzeugen. Eine weitere Aufgabe des Oxidationskatalysators 13 kann darin bestehen, Kohlenwasserstoffe und  $\text{CO}$  zu oxidieren. Da gerade Kohlenwasserstoffe in dem Zeolith eingespeichert werden könnten, wird auf diese Weise die Gefahr der Deaktivierung des Zeoliths vermieden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (3) zur Reinigung von Abgasen einer Verbrennungskraftmaschine (1), mit einem Partikelfilter (4), der mit einer katalytisch aktiven Beschichtung (8) versehen ist, wobei die katalytisch aktive Beschichtung (8) ein Trägermaterial (9) und ein mit dem Trägermaterial (9) verbundenes, zumindest an der Oberfläche desselben vorliegendes, eisenhaltiges Material (10) aufweist, wobei das Trägermaterial (9) ein Alumosilikat oder ein Siliziumoxid ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägermaterial (9) mittels eines Bindemittels (11) mit dem Partikelfilter (4) verbunden ist, wobei das Bindemittel Ceroxid ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägermaterial (9) ein Zeolith ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägermaterial (9) ein Siliziumoxid ist, dessen Gerüststruktur vom Typ MCM41 oder MCM48 ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3,

## EP 1 759 097 B1

**dadurch gekennzeichnet, dass** das eisenhaltige Material (10) Eisenoxid aufweist.

5  
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das eisenhaltige Material (10) zu 100% Eisenoxid ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das eisenhaltige Material (10) Reineisen aufweist.

10  
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das eisenhaltige Material (10) zu 100% Reineisen ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das eisenhaltige Material (10) mittels Beschichtung mit dem Trägermaterial (9) verbunden ist.

15  
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das eisenhaltige Material (10) durch Ionenaustausch auf das Trägermaterial (9) aufgebracht ist.

20  
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die katalytisch aktive Beschichtung (8) ein Edelmetall (12) aufweist.

25  
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Edelmetall (12) als zusätzliche Schicht auf die katalytisch aktive Beschichtung (8) aufgebracht ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Edelmetall (12) in der katalytisch aktiven Beschichtung (8) verteilt ist.

30  
13. Vorrichtung nach Anspruch 10, 11 oder 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Edelmetall (12) Platin oder Palladium ist.

35  
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 4 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeolith (9) ein  $\beta$ -Zeolith ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Partikelfilter (4) aus Keramik oder aus Metall mit einem wechselseitigen Kanalsystem oder einem offenen System besteht.

40  
16. Abgasanlage (2) für eine Verbrennungskraftmaschine (1) mit einer Abgasleitung (2a) und einer in der Abgasleitung (2a) angeordneten Vorrichtung (3) zur Reinigung von Abgasen nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

45  
17. Abgasanlage nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorrichtung (3) ein Oxidationskatalysator (13) vorgeschaltet ist.

### Claims

50  
1. Device (3) for the purification of exhaust gases of an internal combustion engine (1), having a particle filter (4) which is provided with a catalytically active coating (8), with the catalytically active coating (8) having a substrate material (9) and an iron-containing material (10) which is connected to the substrate material (9) and which is present at least on the surface of the latter, with the substrate material (9) being an aluminosilicate or a silicon oxide, **characterized in that** the substrate material (9) is connected to the particle filter (4) by means of a binding agent (11), with the binding agent being cerium oxide.

55  
2. Device according to Claim 1,  
**characterized in that** the substrate material (9) is a zeolite.

3. Device according to Claim 1,  
**characterized in that**  
the substrate material (9) is a silicon oxide whose framework structure is of type MCM41 or MCM48.
- 5 4. Device according to Claim 1, 2 or 3,  
**characterized in that**  
the iron-containing material (10) has iron oxide.
- 10 5. Device according to Claim 4,  
**characterized in that**  
the iron-containing material (10) is 100% iron oxide.
- 15 6. Device according to Claim 1, 2 or 3,  
**characterized in that**  
the iron-containing material (10) has pure iron.
- 20 7. Device according to Claim 6,  
**characterized in that**  
the iron-containing material (10) is 100% pure iron.
- 25 8. Device according to one of Claims 1 to 7,  
**characterized in that**  
the iron-containing material (10) is connected by means of a coating to the substrate material (9).
- 30 9. Device according to one of Claims 1 to 7,  
**characterized in that**  
the iron-containing material (10) is applied to the substrate material (9) by means of ion exchange.
- 35 10. Device according to one of Claims 1 to 9,  
**characterized in that**  
the catalytically active coating (8) has a noble metal (12).
- 40 11. Device according to Claim 10,  
**characterized in that**  
the noble metal (12) is applied as an additional layer to the catalytically active coating (8).
- 45 12. Device according to Claim 10,  
**characterized in that**  
the noble metal (12) is dispersed in the catalytically active coating (8).
- 50 13. Device according to Claim 10, 11 or 12,  
**characterized in that**  
the noble metal (12) is platinum or palladium.
- 55 14. Device according to one of Claims 2 or 4 to 11,  
**characterized in that**  
the zeolite (9) is a  $\beta$ -zeolite.
15. Device according to one of Claims 1 to 14,  
**characterized in that** the particle filter (4) is composed of ceramic or of metal, with an alternating duct system or an open system.
16. Exhaust system (2) for an internal combustion engine (1), having an exhaust line (2a) and having a device (3) for the purification of exhaust gases, which is arranged in the exhaust line (2a), according to one of Claims 1 to 15.
17. Exhaust system according to Claim 16,  
**characterized in that** an oxidation catalytic converter (13) is positioned upstream of the device (3).

**Revendications**

- 5  
1. Dispositif (3) pour nettoyer les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne (1) comprenant un filtre à particules (4) muni d'un revêtement (8) à activité catalytique, ce revêtement (8) à activité catalytique ayant un matériau de support (9) et un matériau (10) contenant du fer, lié au matériau de support (9) au moins à la surface de celui-ci,  
le matériau de support (9) étant un aluminosilicate ou un oxyde de silicium,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau de support (9) est relié au filtre à particules (4) par un liant (11), le liant étant du ceroxyde.
- 10  
2. Dispositif selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau de support (9) est un zéolite.
- 15  
3. Dispositif selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau de support (9) est un oxyde de silicium dont la structure de l'ossature est de type MCM41 ou MCM48.
- 20  
4. Dispositif selon les revendications 1, 2 ou 3,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau (10) contenant du fer est de l'oxyde de fer.
- 25  
5. Dispositif selon la revendication 4,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau contenant du fer (10) est constitué de 100 % d'oxyde de fer.
- 30  
6. Dispositif selon les revendications 1, 2 ou 3,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau contenant du fer (10) est du fer pur.
- 35  
7. Procédé selon la revendication 6,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau contenant du fer (10) est du fer pur à 100 %.
- 40  
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau contenant du fer (10) est lié au matériau de support (9) par l'intermédiaire d'un revêtement.
- 45  
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7,  
**caractérisé en ce que**  
le matériau contenant du fer (10) est appliqué sur le matériau de support (9) par un échange d'ions.
- 50  
10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9,  
**caractérisé en ce que**  
le revêtement à activité catalytique (8) est un métal noble (12).
- 55  
11. Dispositif selon la revendication 10,  
**caractérisé en ce que**  
le métal noble (12) est appliqué comme couche supplémentaire sur le revêtement à activité catalytique (8).
12. Dispositif selon la revendication 10,  
**caractérisé en ce que**  
le métal noble (12) est réparti dans le revêtement à activité catalytique (8).
13. Dispositif selon les revendications 10, 11 ou 12,  
**caractérisé en ce que**  
le métal noble (12) est du platine ou du palladium.

14. Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 4 à 11,  
**caractérisé en ce que**  
le zéolite (9) est un zéolite  $\beta$ .

5 15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14,  
**caractérisé en ce que**  
le filtre à particules (4) est une céramique ou un métal avec un système de canaux alternant sur les côtés ou un système ouvert.

10 16. Installation de gaz d'échappement (2) d'un moteur à combustion interne (1) comportant une conduite de gaz d'échappement (2a) et un dispositif (3) de nettoyage des gaz d'échappement selon l'une des revendications 1 à 15, dispositif monté dans la conduite des gaz d'échappement (2a).

15 17. Installation de gaz d'échappement selon la revendication 16,  
**caractérisée en ce que**  
le dispositif (3) est un catalyseur d'oxydation (13).

20

25

30

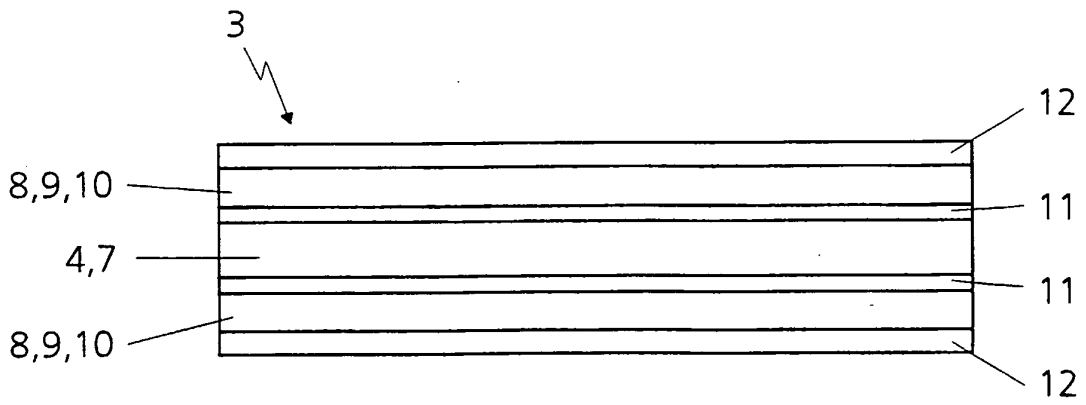
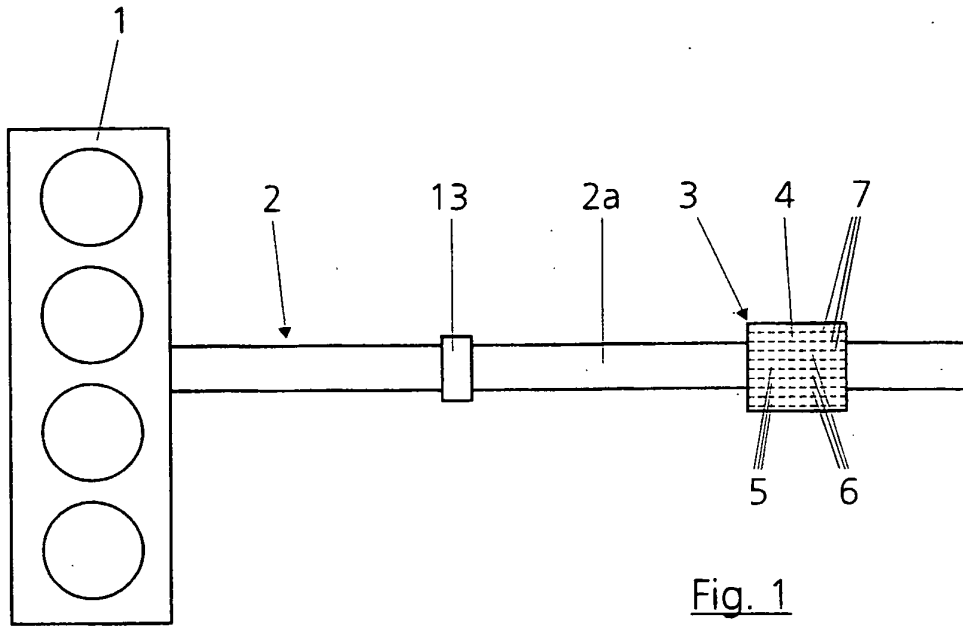
35

40

45

50

55



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 3716446 A1 [0002]
- DE 3731889 A1 [0004]
- EP 0600442 A [0005]