

(19)



(11)

EP 1 957 767 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.10.2015 Patentblatt 2015/42

(51) Int Cl.:
F01N 3/08 ^(2006.01) **F01N 13/00** ^(2010.01)
F02M 25/07 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06818688.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/011124

(22) Anmeldetag: **21.11.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/065558 (14.06.2007 Gazette 2007/24)

(54) **VERFAHREN ZUR ABGASNACHBEHANDLUNG BEI VERBRENNUNGSMOTOREN, UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DIESES VERFAHRENS**

METHOD FOR EXHAUST-GAS AFTERTREATMENT IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES, AND APPARATUS FOR CARRYING OUT THIS METHOD

PROCEDE DE TRAITEMENT FINAL DES GAZ D'ECHAPPEMENT DE MOTEURS A COMBUSTION INTERNE ET DISPOSITIF EN VUE DE LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE

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

- **JUTKA, Carsten**
38550 Isenbüttel (DE)
- **KÖSTERS, Martina**
30161 Hannover (DE)

(30) Priorität: **09.12.2005 DE 102005058858**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.08.2008 Patentblatt 2008/34

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38440 Wolfsburg (DE)

(74) Vertreter: **Pohlmann, Bernd Michael**
RPK Patentanwälte
Reinhardt, Pohlmann und Kaufmann
Partnerschaft mbB
Rossmarkt 12
60311 Frankfurt am Main (DE)

(72) Erfinder:

- **DÜSTERDIEK, Thorsten**
DE - 30659 Hannover (DE)
- **FREITAG, Achim**
38302 Wolfenbüttel (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 422 409 EP-A1- 1 321 643
EP-A1- 1 555 401 WO-A1-02/14657
DE-A1-102004 029 202 US-A1- 2004 040 287

EP 1 957 767 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 vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung bei Verbrennungsmotoren, bei welchem dem Abgas durch eine im Abgasstrang angeordnete NOx-Katalysatoranordnung Stickoxide entzogen werden, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

[0002] Zum Entsticken der Abgase werden moderne NOx-Speicherkatalysatoren eingesetzt, welche die im Fahrbetrieb gebildeten, in dem den NOx-Speicherkatalysator durchströmenden Abgas enthaltenen Stickoxide sammeln, die dann beispielsweise nach Erreichen eines vorgegebenen Füll-Zustandes des NOx-Speicherkatalysators mit Hilfe geeigneter Reduktionsmittel chemisch zu ungefährlichem Stickstoff und Wasser reduziert werden. Derartige NOx-Speichersysteme und deren Regeneration werden beispielsweise in der DE 195 22 165 A1 beschrieben.

[0003] Eine weitere aktive Abgasnachbehandlungsmaßnahme ist das Ausfiltern von festen Verbrennungsrückständen in sogenannten Partikelfiltern, was insbesondere bei Dieselmotoren von Bedeutung ist.

[0004] Es ist allgemein bekannt, dass NOx-Speicherkatalysatoren nur in einem bestimmten Abgastemperaturbereich zufriedenstellende Umsatzraten aufweisen, d. h. der Wirkungsgrad des NOx-Speicherkatalysators hängt u.a. auch davon ab, wo dieser im Abgasstrang angeordnet ist. Eine motornahe Anordnung hat den Vorteil, dass der NOx-Speicherkatalysator schon beim Kaltstart bzw. im Teillastbetrieb eine zufriedenstellende Umsatzrate hat. Im Hochlastbereich des Verbrennungsmotors liegt die Abgastemperatur dann jedoch im allgemeinen außerhalb des für den Betrieb des NOx-Speicherkatalysators günstigsten Abgastemperaturfensters.

[0005] Für diesen Betriebszustand ist deshalb eine motorferne Anordnung des NOx-Speicherkatalysators von Vorteil, da dieser infolge des starken Temperaturabfalls der Abgase im Abgasstrang auch noch im Hochlastbereich wirksam ist.

[0006] Aus der DE 10 2004 029 2002 A1 ist ein Abgasreinigungssystem für eine magerlauffähige Brennkraftmaschine bekannt, welches eine Haupt- und eine Sekundärspeichereinrichtung für Stickoxide bekannt, wobei die Hauptspeichereinrichtung für Stickoxide motornah angeordnet und die Sekundärspeichereinrichtung in Abgasstromrichtung nach den Hauptspeicher angeordnet ist.

[0007] Das Dokument WO02/14657 A1 bezieht sich auf ein Abgasbehandlungssystem mit einem Katalysatorrußfilter, der stromabwärts eine Dieselmotorkraftmaschine angeordnet ist, wobei ein SCR-Katalysator stromabwärts und in direkter Fluidkommunikation mit dem Rußkatalysator angeordnet ist.

[0008] Aus dem Dokument EP 1 555 401 A1 ist ein Abgasbehandlungssystem mit einem NOx-Speicherkatalysator bekannt, bei dem ein Partikelfilter stromab des

NOx-Speicherkatalysators angeordnet ist. Der Partikelfilter beinhaltet einen in eine poröse keramische Struktur inkorporierten NOx-Speicherkatalysator.

[0009] Aus dem Dokument D2 ist ein Verbrennungsmotor bekannt, bei dem ein NOx-Speicherkatalysator mit einem nachgeschalteten Wärmetauscher in der Abgasanlage angeordnet ist, wobei stromabwärts des Wärmetauschers Abgas aus der Abgasanlage entnommen und hinter einem Drosselventil dem Ansaugsystem des Motors zugeführt wird.

[0010] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäße Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welchem eine verbesserte NOx-Konvertierung im gesamten Motorkennfeldbereich erzielt wird.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung zur Abgasnachbehandlung mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Erfindungsgemäß wird das Abgas in zwei aufeinanderfolgenden Stufen in einem ersten, motornah angeordneten NOx-Speicherkatalysator und anschließend in einem zweiten, motorfern angeordneten NOx-Speicherkatalysator entstickt. Die NOx-Konvertierung wird demnach auf zwei Bauteile aufgeteilt, die in unterschiedlichen Motorkennfeldbereichen ihren besten Wirkungsgrad haben. Durch die motornahe Anordnung des ersten NOx-Speicherkatalysators wird das Arbeitsfenster des NOx-Speicherkatalysators im Kaltstart schnell erreicht und auch im unteren Lastbereich des Motors nicht unterschritten. Der motorferne NOx-Katalysator hat infolge des starken Temperaturabfalls der Abgase im Abgasstrang auch noch im Hochlastbereich des Verbrennungsmotors einen guten Wirkungsgrad. Somit wird im gesamten Motorkennfeldbereich eine hohe NOx-Konvertierung erreicht. Durch diese Anordnung wird eine Erweiterung des Arbeitsfensters der NOx-Speicherkatalysatoranordnung im Vergleich zu einem einzelnen Bauteil mit gleichem Gesamtvolumen und mit gleicher NOx-Speicherkatalysatorfläche erreicht. Der Abstand zwischen beiden Bauteilen und die dadurch erreichte Temperaturdifferenz ist ein Optimierungsparameter für das Arbeitsfenster. Dabei wird das Abgas in einer der beiden Stufen in einer Katalysator/Partikelfilter-Baueinheit gleichzeitig entrußt, d.h. eine der beiden Stufen ist beispielsweise als Partikelfilter mit einer NOx-Speicherbeschichtung ausgebildet wird. Das erfindungsgemäße Verfahren wird in Verbindung mit einer Niederdruck-Abgasrückführung eingesetzt, wobei nach der Partikelfilter-Stufe der Abgasnachbehandlung ein Teil der Abgase aus dem Abgasstrang abgezweigt und in den Ansaugtrakt vor einem Verdichter eines Abgasturboladers rückgeführt wird. Bei diesem Verfahren mit Niederdruck-Abgasrückführung mit einer Abgasentnahme nach Partikelfilter werden die Motor-Rohemissionen, abhängig von der Abgasrückführrate, und damit auch die Gesamtemission des Fahrzeuges

gegenüber einer herkömmlichen Hochdruck-Abgasrückführung verringert, bei der bekanntlich zwar die Stickoxidbildung abgesenkt, die Schadstoffemissionen jedoch erhöht sind.

[0013] Bei den Brennkraftmaschinen handelt es sich entweder um magerlauffähige Ottomotoren oder um Dieselmotoren.

[0014] Die Entrußung des Abgases in der Katalysator/Partikelfilter-Baueinheit erfolgt vorzugsweise in der ersten Stufe, d.h. in einer motornah angeordneten Baueinheit. Wie bereits vorne ausgeführt wurde, ist die NOx-Speicherkatalysatorbeschichtung der motornahen Baueinheit vorzugsweise im Kaltstart und im unteren Lastbereich des Motors wirksam. Die motornahe Anordnung des Partikelfilters hat den Vorteil, dass eine thermische Regeneration des angesammelten Rußes ohne Zusatzmaßnahmen wie Kraftstoffadditiv oder externe Nacheinspritzung möglich ist. Zudem kann die Beschichtung des Partikelfilters unterstützend beim Filterabbrand wirken. Der motorferne NOx-Speicherkatalysator ist, wie ebenfalls bereits erläutert wurde, vorzugsweise im Hochlastbereich des Verbrennungsmotors wirksam.

[0015] Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung wird das Abgas jedoch in der zweiten Stufe entrußt, d.h. in einer motorfern angeordneten Katalysator/Partikelfilter-Baueinheit. Diese Anordnung kann sich ergeben, wenn aus Package-Gründen eine motornahe Anordnung des Partikelfilters nicht möglich ist, insbesondere hinsichtlich eines möglichst großen Wartungsintervalls und damit einer Vergrößerung des Bauteils. In diesem Fall kann die Regeneration des motorfernen Partikelfilters auch über zusätzliche Regenerationshilfen, z. B. eine externe Nacheinspritzung oder die Zugabe von Kraftstoffadditiven erfolgen. Diese zusätzliche externe Nacheinspritzung kann auch bei der Entschwefelung der zweiten Stufe der Abgasreinigungsanlage eingesetzt werden, da hierfür Temperaturen von 600 - 750°C erforderlich sind, die nur schwer im zweiten Bauteil zu erzeugen sind, ohne dass die erste Reinigungsstufe wesentlich heißer werden muss.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dieses in Verbindung mit einem teilhomogenen Dieselmotorenverfahren eingesetzt. Insbesondere in Motorkennfeldbereichen mit niedrigen Abgastemperaturen, bei denen die Aktivität des NOx-Katalysators eingeschränkt ist, kann dies durch die sehr geringen NOx-Emissionen bei einem teilhomogenen Betrieb kompensiert werden. Die NOx-Speicherfähigkeit reicht bei geringen Rohemissionen des Verbrennungsmotors länger, so dass das Risiko eines NOx-Schlupfes verringert werden kann. Außerdem sind bei geringen Rohemissionen die Zeitabstände zwischen zwei NOx-Regenerationsphasen größer. Die Höhe des Kraftstoffverbrauchs wird dadurch vermindert. Auch wird die Belastung des NOx-Speicherkatalysators durch die geringere Zahl an Regenerationsvorgängen verringert.

[0017] Analog zu dem oben beschriebenen Verfahren ist eine Vorrichtung zur Abgasnachbehandlung bei Ver-

brennungsmotoren mit einer im Abgasstrang angeordneten NOx-Speicherkatalysatoranordnung zur Entstickung des Abgases derart ausgestaltet, dass die NOx-Katalysatoranordnung zweistufig ist, und zwar mit einem ersten, motornahen NOx-Speicherkatalysator vorzugsweise für den Kaltstart- und Teillastbetrieb sowie mit einem stromabwärts davon angeordneten motorfernen NOx-Speicherkatalysator vorzugsweise für den Vollastbetrieb, wobei einer der beiden NOx-Speicherkatalysatoren mit einem Partikelfilter zu einer Baueinheit kombiniert ist. Um die oben beschriebene Niederdruck-Abgasrückführung durchzuführen, wird nach dem NOx-Speicherkatalysator, welcher mit einem Partikelfilter kombiniert ist, aus dem Abgasstrang ein Teil des Abgases abgezweigt und über eine entsprechende Rückführleitung in den Ansaugtrakt rückgeführt. Diese Anordnung muss aufgrund der Tatsache so eingehalten werden, weil nur recht sauberes Abgas in der Niederdruck-AGR rückgeführt werden darf, da diese wegen starker Kühlung sonst sehr schnell versotten würde.

[0018] Dabei kann entweder der erste NOx-Speicherkatalysator mit einem Partikelfilter kombiniert sein, was den Vorteil hat, dass eine thermische Regeneration des angesammelten Rußes ohne Zusatzmaßnahmen wie Kraftstoffadditive oder externe Nacheinspritzung möglich ist. In einer anderen Ausgestaltung ist der zweite NOx-Speicherkatalysator mit einem Partikelfilter kombiniert, wobei dem Partikelfilter von außen eine für dessen Regeneration erforderliche Energie zugeführt werden kann, sollten motorische Maßnahmen nicht zum Einsatz kommen oder nicht ausreichen. Diese Energie kann beispielsweise durch eine Mikrowelleneinrichtung oder eine andere elektrische Heizeinrichtung zugeführt werden; vorzugsweise wird jedoch vor dem Partikelfilter ein Regenerationsmittel, beispielsweise Kraftstoff eingespritzt.

[0019] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

- 40 Fig. 1 schematisch ein Kraftfahrzeug, in dessen Abgasstrang eine motornahe Katalysator/Partikelfilter-Baueinheit und ein motorferner NOx-Speicherkatalysator angeordnet sind;
- 45 Fig. 2 ein Diagramm eines Abgas-Messzyklus, wobei die NOx-Konzentration über dem Abgasweg dargestellt ist;
- Fig. 3 in einer ähnlichen Darstellung ein Diagramm eines anderen Abgas-Messzyklus;
- 50 Fig. 4 eine Darstellung ähnlich der Fig. 1, wobei im Abgasstrang jedoch ein motornaher NOx-Speicherkatalysator und eine motorferne Katalysator/Partikelfilter-Baueinheit angeordnet sind.
- 55

[0020] Das in der Fig. 1 schematisch dargestellte Kraftfahrzeug 2 wird durch einen Verbrennungsmotor 4, in

diesem Ausführungsbeispiel durch einen Dieselmotor, angetrieben. Wie ebenfalls schematisch dargestellt ist, ist der Verbrennungsmotor 4 mit einem Abgasturbolader 6 ausgestattet, welcher in bekannter Weise die Abgase des Verbrennungsmotors 4 nutzt, um diesen aufzuladen.

[0021] Die Abgase des Verbrennungsmotors 4 werden durch einen als Ganzes mit 8 bezeichneten Abgasstrang in die Umgebung abgeführt. In diesem Abgasstrang ist unmittelbar hinter dem Verbrennungsmotor 4 eine NOx-Speicherkatalysator/Partikelfilter-Baueinheit 10 angeordnet, in welcher den Abgasen Stickoxide und Rußpartikel entzogen werden. Diese Katalysator/Partikelfilter-Baueinheit ist als Partikelfilter mit einer NOx-Speicherkatalysatorbeschichtung ausgebildet.

[0022] Der Katalysatorteil der Baueinheit 10 wird infolge seiner motornahen Anordnung mit relativ heißen Abgasen beaufschlagt. Diese Abgastemperatur liegt insbesondere beim Kaltstart und im Teillastbetrieb im wirksamen Arbeitsfenster des NOx-Katalysators, so dass er in diesem Betriebsbereich den Hauptanteil an der Entstickung der Abgase leistet.

[0023] Ein weiterer NOx-Speicherkatalysator 12 ist stromabwärts der Baueinheit 10 im Abgasstrang 8 in einer motorfernen Position angeordnet. Im Kaltstart- und Teillastbetrieb ist die Temperatur der Abgase an dieser Stelle so weit abgesunken, dass sie unterhalb des wirksamen Arbeitsfensters dieses Katalysators liegt, so dass dieser in diesem Betriebsbereich an der Entstickung einen geringeren Anteil hat.

[0024] Im Vollastbetrieb arbeitet hingegen der motorferne NOx-Speicherkatalysator 12 im günstigen Arbeitsfenster, während der motornah Katalysatorteil der Baueinheit 10 außerhalb dieses Fensters arbeitet und an diesen Betriebspunkten an der Entstickung nur einen geringen Anteil hat.

[0025] Fig. 2 zeigt ein Diagramm eines typischen Fahrzyklus für Diesel-PKW im Abgastest. Es handelt sich dabei um einen Test, bei welchem volllastartige Fahrzustände überwiegen. Wie das Diagramm erkennen lässt, haben die Abgase am Eingang der Baueinheit 10 eine Temperatur von etwa 450°C, am Eingang des NOx-Speicherkatalysators 12 dann noch eine Temperatur von 350°C. Aus dem rein qualitativen Diagramm der Fig. 2 ergibt sich, dass die NOx-Konzentration in der motornahen Baueinheit 10, deren Katalysatorteil schon außerhalb seines günstigsten Arbeitsfensters arbeitet, um 30 % reduziert. Ausgehend von diesem Wert wird die NOx-Konzentration in dem motorfernen NOx-Speicherkatalysator 12, der im günstigen Arbeitsfenster arbeitet, um 85 % auf seinen Endwert reduziert.

[0026] Fig. 3 zeigt ein Diagramm ähnlich der Fig. 2, wobei jedoch diesem Diagramm ein teillastartiger Betrieb zugrunde liegt. Am Eingang der Baueinheit 10 hat das Abgas eine Temperatur von 250°C, und am Eingang des NOx-Speicherkatalysators 12 ist die Abgastemperatur gleich 150°C. Wie das qualitative Diagramm erkennen lässt, wird die NOx-Konzentration in der motornahen Baueinheit 10, deren Katalysatorteil in einem günstigen

Arbeitsfenster arbeitet, um 85 % reduziert; ausgehend von dem erreichten Wert wird in dem motorfernen NOx-Speicherkatalysator 12, der außerhalb des günstigen Arbeitsfensters arbeitet, um weitere 15 % auf ihren Endwert reduziert.

[0027] Fig. 4 zeigt eine Darstellung ähnlich der Fig. 1, mit einem Kraftfahrzeug 2, einem Verbrennungsmotor 4, einem Abgasturbolader 6 und einem Abgasstrang 8.

[0028] Im Gegensatz zu dem Kraftfahrzeug der Fig. 1 ist der NOx-Speicherkatalysator 12' unmittelbar hinter dem Verbrennungsmotor 4, d.h. also motornah angeordnet, während die NOx-Speicherkatalysator/Partikelfilter-Baueinheit 10' stromabwärts davon, d.h. motorfern angeordnet ist. Eine derartige Anordnung kann erforderlich sein, wenn aus Package-Gründen eine motornah Anordnung der Baueinheit 10' nicht möglich ist. In diesem Fall kann die Regeneration des motorfernen Partikelfilterteils der Baueinheit 10' über zusätzliche Regenerationshilfen, z.B. eine externe Nacheinspritzung oder die Zugabe von Kraftstoffadditiv erfolgen, sollte der Einsatz von motorischen Maßnahmen nicht erwünscht oder zu ineffektiv sein. In dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Kraftstoff-Nacheinspritzung vorgesehen. Zu diesem Zweck wird dem Kraftstofftank 14 des Fahrzeuges Kraftstoff entnommen und über eine Nacheinspritzleitung 16 vor der Baueinheit 10 in den Abgasstrang 8 eingespritzt (HCI = HC-Injektion).

[0029] Wie bereits weiter vorne dargelegt wurde, wird das erfindungsgemäße Verfahren in Verbindung mit einer Niederdruck-Abgasrückführung eingesetzt, bei der die Abgasentnahme nach der Baueinheit 10 und die Einleitung des Abgases vor dem Verdichter des Turboladers erfolgt. Fig. 1 zeigt schematisch eine Abgasrückführleitung 18, über die ein Abgasanteil aus dem Abgasstrang 8 abgezweigt und in den Ansaugtrakt 20 eingeleitet wird. Bei diesem System mit einer Abgasentnahme nach dem beschichteten Partikelfilter ist auch die Konzentration an NOx, CO und HC des rückgeführten Abgases erheblich reduziert. Auf diese Weise können, abhängig von der Abgasrückführrate, die Motorrohmissionen und damit auch die Gesamtemission des Fahrzeuges gegenüber einer Hochdruck-Abgasrückführung verringert werden.

Bezugszeichenliste

[0030]

2	Kraftfahrzeug
4	Verbrennungsmotor
6	Abgasturbolader
8	Abgasstrang
10	NOx-Speicherkatalysator/Partikelfilter-Baueinheit
10'	NOx-Speicherkatalysator/Partikelfilter-Baueinheit
12	NOx-Katalysator
12'	NOx-Katalysator
14	Kraftstofftank

- 16 Nacheinspritzleitung
- 18 Abgasrückführleitung
- 20 Ansaugtrakt

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abgasnachbehandlung bei Verbrennungsmotoren, bei welchem das Abgas durch eine im Abgasstrang angeordnete NOx-Katalysatoranordnung entstickt wird, wobei die NOx-Katalysatoranordnung zweistufig mit zwei aufeinanderfolgenden NOx-Speicherkatalysatoren ausgebildet ist, wobei der erste NOx-Speicherkatalysator motornah und der zweite NOx-Speicherkatalysator motorfern angeordnet sind, wobei einer der beiden NOx-Speicherkatalysatoren als Katalysator/Partikelfilter-Baueinheit (10, 10') ausgebildet ist **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren in Verbindung mit einer Niederdruck-Abgasrückführung eingesetzt wird, wobei nach dem Partikelfilter (10, 10') ein Teil des Abgases aus dem Abgasstrang (8) abgezweigt und vor dem Verdichter eines Turboladers (6) in den Ansaugtrakt (20) rückgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abgas in der ersten Stufe entrußt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abgas in der zweiten Stufe entrußt wird, wobei der Katalysator/Partikelfilter-Baueinheit (10') von außen eine für die Regeneration des Partikelfilters erforderliche Energie zugeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es in Verbindung mit einem teilhomogenen Dieselmotorenverfahren eingesetzt wird.
5. Vorrichtung zur Abgasnachbehandlung bei Verbrennungsmotoren, umfassend eine im Abgasstrang angeordnete NOx-Speicherkatalysatoranordnung zur Entstickung des Abgases, wobei die NOx-Speicherkatalysatoranordnung zweistufig mit einem ersten NOx-Speicherkatalysator und einem stromabwärts davon angeordneten zweiten NOx-Speicherkatalysator ausgebildet ist, wobei einer der beiden NOx-Speicherkatalysatoren mit einem Partikelfilter zu einer Baueinheit (10) kombiniert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Partikelfilter (10, 10') ein Teil des Abgases aus dem Abgasstrang (8) abgezweigt und vor dem Verdichter eines Turboladers (6) in den Ansaugtrakt (20) rückgeführt ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste NOx-Speicherkatalysator

mit einem Partikelfilter zu einer Baueinheit (10) kombiniert ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite NOx-Speicherkatalysator mit einem Partikelfilter zu einer Baueinheit (10') kombiniert ist, und dass dem Partikelfilter von außen eine für dessen Regeneration erforderliche Energie zugeführt wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zur Regeneration des Partikelfilters extern zugeführte Energie auch für die Desulfatierung des motorfernen NOx-Speicherkatalysatorbauteils verwendet wird.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Partikelfilter Kraftstoff in den Abgasstrang eingespritzt wird.

Claims

1. Method for exhaust-gas aftertreatment in internal combustion engines, in which method the exhaust gas is denitrized by way of a NOx catalytic converter arrangement arranged in the exhaust tract, wherein the NOx catalytic converter arrangement is of two-stage design with two NOx storage catalytic converters in series, wherein the first NOx storage catalytic converter is arranged in a close-coupled position and the second NOx storage catalytic converter is arranged in an underbody position, wherein one of the two NOx storage catalytic converters is in the form of a catalytic converter/particle filter structural unit (10, 10'), **characterized in that** the method is used in conjunction with low-pressure exhaust-gas recirculation, wherein a part of the exhaust gas is branched off from the exhaust tract (8) downstream of the particle filter (10, 10') and is recirculated into the intake tract (20) upstream of the compressor of a turbocharger (6).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the exhaust gas is subjected to a soot-removal process in the first stage.
3. Method according to Claim 1, **characterized in that** the exhaust gas is subjected to a soot-removal process in the second stage, wherein the catalytic converter/particle filter structural unit (10') is supplied from an external source with energy required for the regeneration of the particle filter.
4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** said method is used in conjunction with a partially homogenous diesel combustion process.

5. Apparatus for exhaust-gas aftertreatment in internal combustion engines, comprising a NOx catalytic converter arrangement which is arranged in the exhaust tract and which serves for the denitration of the exhaust gas, wherein the NOx catalytic converter arrangement is of two-stage design with a first NOx storage catalytic converter and, arranged downstream thereof, a second NOx storage catalytic converter, wherein one of the two NOx storage catalytic converters is combined with a particle filter to form a structural unit (10), **characterized in that** a part of the exhaust gas is branched off from the exhaust tract (8) downstream of the particle filter (10, 10') and is recirculated into the intake tract (20) upstream of the compressor of a turbocharger (6).
6. Apparatus according to Claim 5, **characterized in that** the first NOx storage catalytic converter is combined with a particle filter to form a structural unit (10).
7. Apparatus according to Claim 5, **characterized in that** the second NOx storage catalytic converter is combined with a particle filter to form a structural unit (10'), and **in that** the particle filter is supplied from an external source with energy required for the regeneration of the particle filter.
8. Apparatus according to Claim 7, **characterized in that** the energy supplied from an external source for the regeneration of the particle filter is also used for the desulphation of the underbody NOx storage catalytic converter component.
9. Apparatus according to either of Claims 7 and 8, **characterized in that** fuel is injected into the exhaust tract upstream of the particle filter.

Revendications

1. Procédé de post-traitement des gaz d'échappement dans des moteurs à combustion interne, dans lequel le gaz d'échappement est décontaminé par un agencement de catalyseur NOx disposé dans la chaîne de gaz d'échappement, l'agencement de catalyseur NOx étant réalisé à deux niveaux avec deux catalyseurs à accumulateur de NOx successifs ; le premier catalyseur à accumulateur de NOx étant disposé à proximité du moteur et le deuxième catalyseur à accumulateur de NOx étant disposé à distance du moteur, un des deux catalyseurs à accumulateur de NOx prenant la forme d'une unité catalyseur/filtre à particules (10, 10') ; **caractérisé en ce que** le procédé est utilisé en lien avec un retour de gaz d'échappement de basse pression, une partie du gaz d'échappement étant déviée hors de la chaîne de gaz d'échappement (8) après le filtre à particules (10, 10') et ramenée dans

le système d'aspiration (20) avant le compresseur d'un turbocompresseur (6).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gaz d'échappement est décalaminé au premier niveau.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gaz d'échappement est décalaminé au deuxième niveau, l'énergie nécessaire à la régénération du filtre à particules étant amenée de l'extérieur à l'unité catalyseur/filtre à particules (10').
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** est utilisé en liaison avec un procédé d'inflammation de diesel partiellement homogène.
5. Dispositif de post-traitement des gaz d'échappement dans des moteurs à combustion interne, comprenant un agencement de catalyseur à accumulateur de NOx disposé dans la chaîne de gaz d'échappement pour décontaminer le gaz d'échappement, l'agencement de catalyseur à accumulateur de NOx étant réalisé à deux niveaux avec un premier catalyseur à accumulateur de NOx et un deuxième catalyseur à accumulateur de NOx disposé en aval de lui ; un des deux catalyseurs à accumulateur de NOx étant combiné à un filtre à particules pour former une unité (10) ; **caractérisé en ce qu'une** partie du gaz d'échappement est déviée hors de la chaîne de gaz d'échappement (8) après le filtre à particules (10, 10') et est ramenée dans le système d'aspiration (20) avant le compresseur d'un turbocompresseur (6).
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le premier catalyseur à accumulateur de NOx est combiné à un filtre à particules pour former une unité (10).
7. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le deuxième catalyseur à accumulateur de NOx est combiné à un filtre à particules pour former une unité de construction (10') et que l'énergie nécessaire à sa régénération est amenée depuis l'extérieur au filtre à particules.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'énergie amenée depuis l'extérieur pour la régénération du filtre à particules est également utilisée pour la désulfatation du composant du catalyseur à accumulateur de NOx placé à distance du moteur.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, **caractérisé en ce que** du carburant est injecté

dans la chaîne de gaz d'échappement avant le filtre
à particules.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

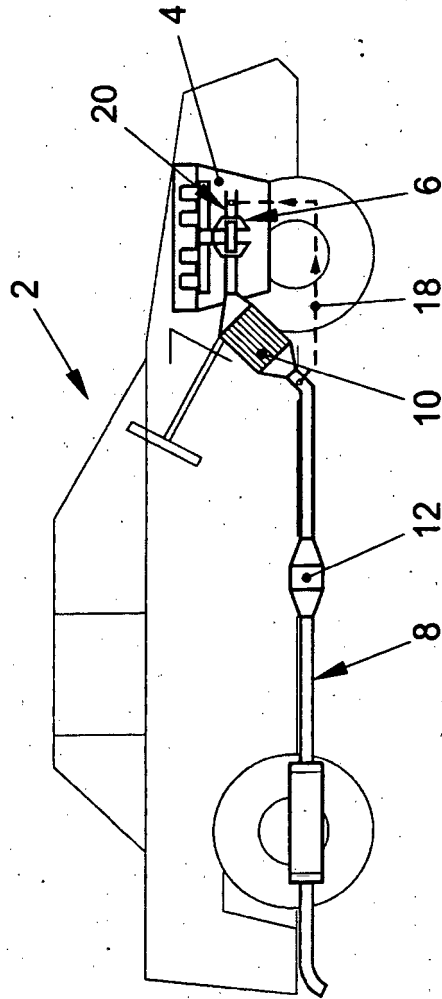


FIG. 1

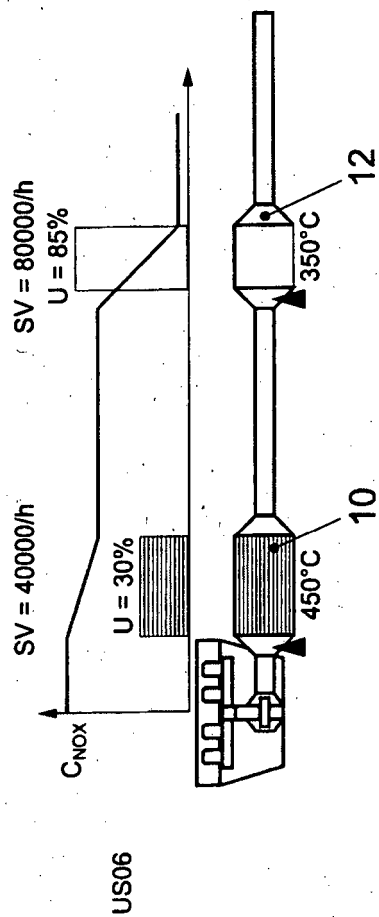


FIG. 2

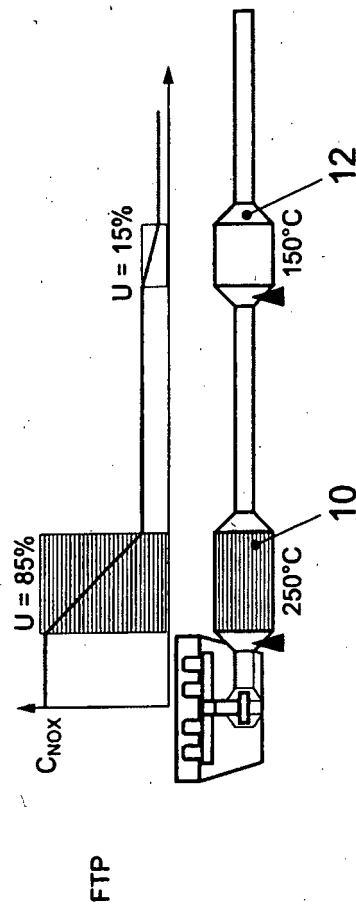


FIG. 3

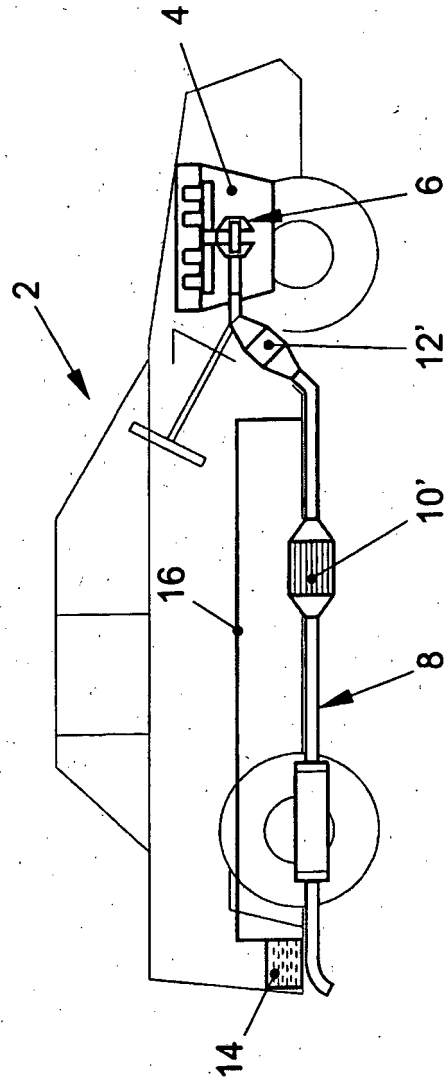


FIG. 4

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 19522165 A1 [0002]
- DE 1020040292002 A1 [0006]
- WO 0214657 A1 [0007]
- EP 1555401 A1 [0008]