



(10) **DE 10 2012 222 807 A1** 2013.06.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 222 807.1**

(22) Anmeldetag: **11.12.2012**

(43) Offenlegungstag: **27.06.2013**

(51) Int Cl.: **B01D 53/94 (2013.01)**

F01N 3/28 (2013.01)

B01J 23/40 (2013.01)

(30) Unionspriorität:

61/569,537 **12.12.2011** **US**

1200784.5 **18.01.2012** **GB**

(71) Anmelder:

**Johnson Matthey Public Limited Company,
London, GB**

(74) Vertreter:

**Schön, Christoph, Dipl.-Chem.Univ. Dr.rer.nat.,
80336, München, DE**

(72) Erfinder:

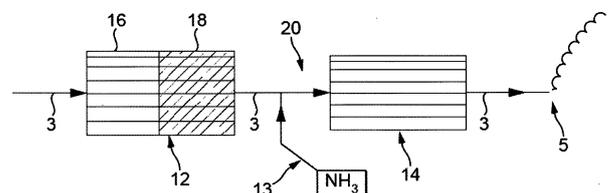
**Blakeman, Philip Gerald, Philadelphia, Pa., US;
Brown, Gavin Michael, Saffron Walden, Essex,
GB; Chiffey, Andrew Francis, Ware, Hertfordshire,
GB; Gast, Jane, Spring City, Pa., US; Phillips,
Paul Richard, Bassingbourn, Royston, GB;
Rajaram, Raj Rao, Slough, Berkshire, GB;
Spreitzer, Glen, Collegeville, Pa., US; Walker,
Andrew Peter, Hazlemere, High Wycombe, GB**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Abgassystem für einen mager verbrennenden Verbrennungsmotor, das einen SCR-Katalysator umfasst**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Abgassystem 20 für einen Verbrennungsmotor, das a) einen ersten katalysierten Substratmonolith 12, der eine erste Washcoatbeschichtung, die in einer ersten Washcoatzone 16 des Substratmonoliths angeordnet ist, und eine zweite Washcoatbeschichtung, die in einer zweiten Washcoatzone 18 des Substratmonoliths angeordnet ist, umfasst, wobei die erste Washcoatbeschichtung eine Katalysatorzusammensetzung umfasst, die mindestens ein Metall der Platingruppe (PGM) und mindestens ein Trägermaterial umfasst, wobei das mindestens eine PGM in der ersten Washcoatbeschichtung für ein Verflüchtigen anfällig ist, wenn die erste Washcoatbeschichtung relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird, wobei die zweite Washcoatbeschichtung mindestens ein Material, das Kupfer trägt, zum Einfangen von verflüchtigtem PGM umfasst und wobei die zweite Washcoatbeschichtung so ausgerichtet ist, dass sie mit Abgas in Berührung gelangt, das mit dem ersten Washcoat in Berührung gelangt ist, und b) einen zweiten katalysierten Substratmonolith 14 umfasst, der einen Katalysator zum selektiven Katalysieren der Reduktion von Stickoxiden zu N₂ mit einem stickstoffhaltigen Reduktionsmittel umfasst und der stromab des ersten katalysierten Substratmonoliths angeordnet ist.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Abgas-system für einen Verbrennungsmotor, der einen Platin enthaltenden Katalysator in einer ersten Washcoatbeschichtung, die auf einem Substratmonolith angeordnet ist, umfasst, wobei der Platin enthaltende Katalysator für eine Verflüchtigung bei hohen Temperaturen bei Anordnung stromauf eines Katalysators zum selektiven Katalysieren der Reduktion von Stickoxiden zu N_2 mit einem stickstoffhaltigen Reduktionsmittel, d. h. eines SCR-Katalysators, anfällig ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Allgemein gibt es vier Klassen von Schadstoffen, gegen die durch internationale Organisationen auf der ganzen Welt Gesetze erlassen wurden: Kohlenmonoxid (CO), nicht verbrannte Kohlenwasserstoffe (HC), Stickoxide (NO_x) und Feinstaub (PM).

[0003] Da die Emissionsstandards für die zugelassene Emission von derartigen Schadstoffen in Abgasen aus Fahrzeugmotoren Schritt für Schritt verschärft werden, wurde eine Kombination eines Motormanagements und mehrerer Katalysatorabgasnachbehandlungssysteme vorgeschlagen und entwickelt, um diese Emissionsstandards zu erfüllen. Für Abgasysteme, die ein Partikelfilter enthalten, ist es üblich, dass ein Motormanagement periodisch (beispielsweise alle 500 km) verwendet wird, um die Temperatur im Filter zu erhöhen, um im Wesentlichen den gesamten auf dem Filter zurückgehaltenen Ruß zu verbrennen, um dadurch das System auf ein Grundlinienniveau zurückzuführen. Diese durch den Motor gemanagten Rußverbrennungsvorgänge werden häufig als "Filterregeneration" bezeichnet. Während ein primärer Fokus der Filterregeneration darauf gerichtet ist, den auf dem Filter gehaltenen Ruß zu verbrennen, ist eine nicht angestrebte Folge hiervon, dass eine oder mehrere Katalysatorbeschichtungen, die in dem Abgassystem vorhanden sind, beispielsweise eine Filterbeschichtung auf dem Filter selbst (ein sog. katalysiertes Rußfilter (CSF)), ein Oxidationskatalysator (beispielsweise ein Dieseloxydationskatalysator (DOC)) oder ein NO_x -Adsorberkatalysator (NAC), der stromauf oder stromab des Filters angeordnet ist (beispielsweise ein erster DOC, gefolgt von einem Dieselpartikelfilter, gefolgt seinerseits von einem zweiten DOC und schließlich einem SCR-Katalysator), regelmäßig hohen Abgastemperaturen in Abhängigkeit von dem Niveau der Motormanagementsteuerung im System ausgesetzt werden können. Derartige Bedingungen können auch bei nicht angestrebten gelegentlichen Motorstörungsmodi oder nicht gesteuerten oder schlecht gesteuerten Regenerationsvorgängen auftreten. Einige Dieselmotoren, insbesondere Schwerlastdieselmotoren, die bei hoher Last arbei-

ten, können Katalysatoren jedoch signifikanten Temperaturen beispielsweise von $> 600^\circ C$ sogar unter normalen Betriebsbedingungen aussetzen.

[0004] Da Fahrzeughersteller ihre Motoren und Motormanagementsysteme so entwickeln, dass diese die Emissionsstandards erfüllen, wird der Anmelder/Rechtsnachfolger durch die Fahrzeughersteller gebeten, katalytische Komponenten und Kombinationen von katalytischen Komponenten vorzuschlagen, die bei dem Ziel der Erfüllung der Emissionsstandards behilflich sind. Derartige Komponenten umfassen DOCs zum Oxidieren von CO, HCs und optional auch NO; CSFs zum Oxidieren von CO, HCs, optional auch zum Oxidieren von NO und zum Einfangen von Feinstaub für eine nachfolgende Verbrennung; NACs zum Oxidieren von CO und HC und zum Oxidieren von Stickstoffmonoxid (NO) und Absorbieren desselben aus einem mageren Abgas und Desorbieren von adsorbiertem NO_x und zum Reduzieren desselben zu N_2 in einem fetten Abgas (siehe unten); und selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysatoren zum Reduzieren von NO_x zu N_2 in Gegenwart eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels wie Ammoniak (siehe unten).

[0005] In der Praxis sind Katalysatorzusammensetzungen, die in DOCs und CSFs verwendet werden, ziemlich ähnlich. Allgemein ist der prinzipielle Unterschied zwischen der Verwendung eines DOC und eines CSF jedoch der Substratmonolith, auf den die Katalysatorzusammensetzung aufgetragen wird: im Falle eines DOC ist der Substratmonolith typischerweise ein Durchfluss-Substratmonolith, der einen metallischen oder keramischen Wabenmonolith mit einer Abfolge von länglichen Kanälen, die sich durch diesen hindurch erstrecken, wobei die Kanäle an beiden Enden offen sind, umfasst; ein CSF-Substratmonolith ist ein filternder Monolith, wie beispielsweise ein Wandstromfilter, beispielsweise ein keramisches poröses Filtersubstrat, das eine Vielzahl von Einlasskanälen, die parallel zueinander angeordnet sind, mit einer Vielzahl von Auslasskanälen umfasst, wobei jeder Einlasskanal und jeder Auslasskanal teilweise durch eine keramische Wand einer porösen Struktur definiert ist, wobei jeder Einlasskanal abwechselnd von einem Auslasskanal durch eine keramische Wand einer porösen Struktur getrennt ist und umgekehrt. Mit anderen Worten ist das Wandstromfilter eine Wabenanordnung, die eine Vielzahl von ersten Kanälen, die am stromaufseitigen Ende verschlossen sind, und eine Vielzahl von zweiten Kanälen, die am stromaufseitigen Ende nicht verschlossen sind, jedoch am stromabseitigen Ende verschlossen sind, definiert. Kanäle, die vertikal und lateral zu einem ersten Kanal benachbart sind, sind am stromabseitigen Ende verschlossen. Bei Betrachtung von einem der Enden besitzen die wechselweise verschlossenen und offenen Enden der Kanäle das Aussehen eines Schachbretts.

[0006] In ziemlich komplizierter Weise können Mehrschichtkatalysatoranordnungen wie DOCs und NACs auf einen Durchfluss-Substratmonolith aufgetragen werden. Obwohl es möglich ist, eine Oberfläche eines Filtermonoliths, beispielsweise eine Einlasskanaloberfläche eines Wandstromfilters mit mehr als einer Schicht einer Katalysatorzusammensetzung zu beschichten, ist das Anliegen beim Beschichten von Filtermonolithen, einen nicht notwendigerweise ansteigenden Rückdruck bei Verwendung durch Überladen des Filtermonoliths mit einem Katalysator-Washcoat zu vermeiden, wodurch die Passage von Gas durch den Filtermonolith hindurch eingeschränkt würde. Obwohl somit die Beschichtung einer Oberfläche eines Filtersubstratmonoliths nacheinander mit einer oder mehreren unterschiedlichen Katalysatorschichten nicht unmöglich ist, ist es üblicher, dass unterschiedliche Katalysatorzusammensetzungen entweder in Zonen, beispielsweise in einer axialen Trennung in vordere und hintere Halbzonen eines Filtermonoliths, oder andernfalls durch Beschichten eines Einlasskanals eines Wandstromfiltersubstratmonoliths mit einer ersten Katalysatorzusammensetzung und eines Auslasskanals hiervon mit einer zweiten Katalysatorzusammensetzung getrennt sind. In speziellen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist der Filtereinlass jedoch mit einer oder mehreren Schichten beschichtet, die die gleiche oder eine unterschiedliche Katalysatorzusammensetzung aufweisen können. Es wurde auch vorgeschlagen, eine NAC-Zusammensetzung auf einen Filtersubstratmonolith aufzutragen (siehe beispielsweise EP 0 766 993 A).

[0007] In Abgassystemen, die mehrere Katalysator-komponenten umfassen, die jeweils einen getrennten Substratmonolith umfassen, ist der SCR-Katalysator typischerweise stromab eines DOC und/oder eines CSF und/oder eines NAC angeordnet, da es bekannt ist, dass durch Oxidieren von etwas Stickstoffmonoxid (NO) im Abgas zu Stickstoffdioxid (NO₂) in einer derartigen Weise, dass etwa ein Verhältnis NO:NO₂ von 1:1 vorliegt, das den DOC und/oder den CSF und/oder den NAC verlässt, die stromabseitige SCR-Reaktion gefördert wird (siehe im Folgenden). Aus der EP 341 832 A (die sog. kontinuierlich regenerierende Falle oder CRT[®]) ist es auch bekannt, dass durch Oxidieren von NO im Abgas zu NO₂ erzeugtes NO₂ zum passiven Verbrennen von Ruß auf einem stromabseitigen Filter verwendet werden kann. In Abgassystemanordnungen, in denen das Verfahren der EP 341 832 A wichtig ist, wo der SCR-Katalysator stromauf des Filters angeordnet sein müsste, würde dies das Verfahren des Verbrennens von eingefangenen Ruß in NO₂ verringern oder verhindern, da ein Großteil des zum Verbrennen des Rußes verwendeten NO_x auf dem SCR-Katalysator wahrscheinlich entfernt worden wäre.

[0008] Eine bevorzugte Systemanordnung für Leichtlastdieselfahrzeuge ist jedoch ein Dieseloxydationskatalysator (DOC), gefolgt von einem Injektor für ein stickstoffhaltiges Reduktionsmittel, anschließend ein SCR-Katalysator und schließlich ein katalysiertes Rußfilter (CSF). Eine Kurzform für eine derartige Anordnung ist "DOC/SCR/CSF". Diese Anordnung ist für Leichtlastdieselfahrzeuge bevorzugt, da ein wichtiges Anliegen darin besteht, eine NO_x-Umwandlung in einem Abgassystem so rasch wie möglich nach Starten eines Fahrzeugmotors zu erreichen, um zu ermöglichen, dass (i) Vorläufer der stickstoffhaltigen Reduktionsmittel wie Ammoniak injiziert/zersetzt werden, um Ammoniak für eine NO_x-Umwandlung freizusetzen, und (ii) die NO_x-Umwandlung möglichst hoch ist. Wenn ein großes thermisches Massenfilter stromauf des SCR-Katalysators angeordnet werden soll, d. h. zwischen dem DOC- und dem SCR-Katalysator ("DOC/CSF/SCR"), würde es viel länger dauern, die Verfahren von (i) und (ii) zu erreichen und die NO_x-Umwandlung des Emissionsstandard-Fahrzyklusses als Ganzes könnte verringert werden. Eine Entfernung von Teilchen kann unter Verwendung von Sauerstoff und einer gelegentlichen erzwungenen Regeneration des Filters unter Verwendung von Motormanagementtechniken erfolgen.

[0009] Es wurde auch vorgeschlagen, einen SCR-Katalysator-Washcoat auf einem Filtersubstratmonolith selbst aufzutragen (siehe beispielsweise WO 2005/016497 A). In diesem Fall kann ein Oxidationskatalysator stromauf des mit dem SCR beschichteten Filtersubstrats angeordnet sein (ungeachtet davon, ob der Oxidationskatalysator eine Komponente eines DOC, eines CSF oder eines NAC ist), um das NO/NO₂-Verhältnis zur Förderung der NO_x-Reduktionsaktivität auf dem SCR-Katalysator zu modifizieren. Es gab auch Vorschläge, einen NAC stromauf eines SCR-Katalysators, der auf einem Durchflusssubstratmonolith angeordnet ist, anzuordnen, wobei der NAC in situ während der Regeneration des NAC NH₃ erzeugen kann (siehe im Folgenden). Ein derartiger Vorschlag ist in der GB 2375059 offenbart.

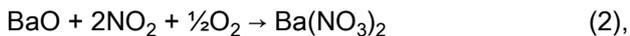
[0010] NACs sind beispielsweise aus der US 5 473 887 bekannt und so ausgestaltet, dass sie NO_x aus magerem Abgas ($\lambda > 1$) adsorbieren und das NO_x desorbieren, wenn die Sauerstoffkonzentration im Abgas verringert wird. Desorbiertes NO_x kann mit einem geeigneten Reduktionsmittel, beispielsweise Motorenkraftstoff, unter einer Förderung mithilfe einer Katalysatorkomponente wie Rhodium des NAC selbst oder einer Katalysatorkomponente, die stromab des NAC angeordnet ist, zu N₂ reduziert werden. In der Praxis kann die Steuerung der Sauerstoffkonzentration auf eine gewünschte Redox-Zusammensetzung intermittierend in Reaktion auf eine berechnete verbliebene NO_x-Adsorptionskapazität des NAC eingestellt werden, beispielsweise fetter als ein normaler Motorlaufbetrieb (jedoch noch ma-

ger der Stöchiometrie oder $\lambda = 1$ Zusammensetzung), stöchiometrisch oder fett der Stöchiometrie ($\lambda < 1$). Die Sauerstoffkonzentration kann durch eine Reihe von Maßnahmen, beispielsweise Drosseln, Injektion von weiterem Kohlenwasserstoffkraftstoff in einen Motorzylinder, beispielsweise während eines Abgasablassens, oder Injizieren von Kohlenwasserstoffkraftstoff direkt in das Abgas stromab eines Motorkrümmer, eingestellt werden.

[0011] Eine typische NAC-Formulierung umfasst eine katalytische Oxidationskomponente, wie beispielsweise Platin, eine signifikante Menge (d. h. wesentlich mehr als zur Verwendung als Promotor beispielsweise als Promotor in einem Dreiwegekatalysator erforderlich ist) einer NO_x -Speicherkomponente, wie beispielsweise Barium, und einen Reduktionskatalysator, beispielsweise Rhodium. Ein Mechanismus, wie er üblicherweise für eine NO_x -Speicherung aus einem mageren Abgas für diese Formulierung angegeben wird, ist:

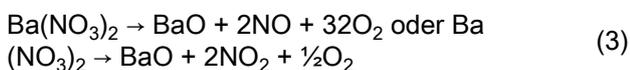


und



worin in der Reaktion (1) das Stickoxid mit Sauerstoff auf aktiven Oxidationsstellen auf dem Platin unter Bildung von NO_2 reagiert. Die Reaktion (2) umfasst eine Adsorption des NO_2 durch das Speichermaterial in Form eines anorganischen Nitrats.

[0012] Bei niedrigeren Sauerstoffkonzentrationen und/oder bei erhöhten Temperaturen wird die Nitratspezies thermodynamisch instabil und zersetzt sich, wobei NO oder NO_2 nach der folgenden Reaktion (3) gebildet wird. In Gegenwart eines geeigneten Reduktionsmittels werden diese Stickstoffoxide nachfolgend durch Kohlenmonoxid, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe zu N_2 reduziert, was auf dem Reduktionskatalysator erfolgen kann (siehe Reaktion 4).



und



(weitere Reaktionen umfassen $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 8\text{H}_2 \rightarrow \text{BaO} + 2\text{NH}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$, gefolgt von $\text{NH}_3 + \text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + y\text{H}_2\text{O}$ oder $2\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ usw.).

[0013] In den oben hier dargestellten Reaktionen (1) bis einschließlich (4) ist die reaktive Bariumspezies als Oxid angegeben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass in Gegenwart von Luft der größte Teil des Bari-

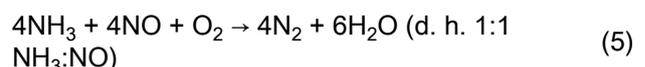
ums in Form des Carbonats oder möglicherweise des Hydroxids vorliegt. Ein Fachmann auf dem einschlägigen Fachgebiet kann die obigen Reaktionsschemata folglich für die von dem Oxid verschiedene Bariumspezies und die Abfolge der katalytischen Beschichtungen im Abgasstrom anpassen.

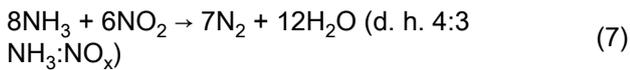
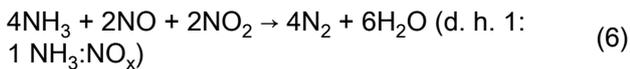
[0014] Oxidationskatalysatoren fördern die Oxidation von CO zu CO_2 und von nicht verbrannten HCs zu CO_2 und H_2O . Typische Oxidationskatalysatoren umfassen Platin und/oder Palladium auf einer großen Oberfläche aufweisenden Träger.

[0015] Die Anwendung der SCR-Technologie zur Behandlung von NO_x -Emissionen aus Fahrzeugverbrennungs(IC)-Motoren, speziell mager verbrennenden IC-Motoren ist gut bekannt. Beispiele für stickstoffhaltige Reduktionsmittel, die in der SCR-Reaktion verwendet werden können, umfassen Verbindungen wie Stickstoff-Wasserstoff-Verbindungen, beispielsweise Ammoniak (NH_3) oder Hydrazin, oder einen NH_3 -Vorläufer.

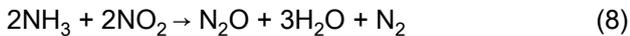
[0016] NH_3 -Vorläufer sind eine oder mehrere Verbindungen, aus denen NH_3 abgeleitet werden kann, beispielsweise durch Hydrolyse. Die Zersetzung des Vorläufers zu Ammoniak und weiteren Nebenprodukten kann durch hydrothermale Reaktion oder katalytische Hydrolyse erfolgen. NH_3 -Vorläufer umfassen Harnstoff ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) in Form einer wässrigen Lösung oder in Form eines Feststoffs oder Ammoniumcarbamats ($\text{NH}_2\text{COONH}_4$). Wenn der Harnstoff in Form einer wässrigen Lösung verwendet wird, ist ein eutektisches Gemisch, beispielsweise eine 32, 5%ige NH_3 -Lösung in Wasser, bevorzugt. Additive können in den wässrigen Lösungen zur Verringerung der Kristallisationstemperatur enthalten sein. Gegenwärtig ist Harnstoff die bevorzugte Quelle von NH_3 für mobile Anwendungen, da es weniger toxisch als NH_3 ist, es leicht zu transportieren und zu handhaben ist, es billig ist und allgemein verfügbar ist. Eine unvollständige Hydrolyse von Harnstoff kann zu erhöhten PM-Emissionen bei Tests zur Erfüllung des relevanten Emissionstestzyklus führen, da teilweise hydrolysierte Harnstofffeststoffe oder -tröpfchen durch das in dem durch den Gesetzgeber vorgegebenen Test für PM verwendete Filterpapier eingefangen werden und als PM-Masse gezählt werden. Des Weiteren ist die Freisetzung von bestimmten Produkten einer unvollständigen Harnstoffhydrolyse, wie beispielsweise Cyanursäure, unter Umweltsichtspunkten unerwünscht.

[0017] Die SCR weist drei Hauptreaktionen auf (im Folgenden dargestellt in den Reaktionen (5) bis einschließlich (7)), die NO_x zu elementarem Stickstoff reduzieren.





[0018] Eine relevante nicht erwünschte, nicht selektive Nebenreaktion ist:



[0019] In der Praxis ist die Reaktion (7) im Vergleich zu Reaktion (5) relativ langsam und die Reaktion (6) ist die schnellste von allen. Aus diesem Grund wird vorzugsweise häufig, wenn sachkundige Verfahrenstechniker Abgasnachbehandlungssysteme für Fahrzeuge entwickeln, ein Oxidationskatalysatorelement (beispielsweise ein DOC und/oder ein CSF und/oder ein NAC) stromauf eines SCR-Katalysators angeordnet.

[0020] Wenn bestimmte DOCs und/oder NACs und/oder CSFs hohen Temperaturen ausgesetzt werden, die einem beispielsweise während der Filterregeneration und/oder einem Motorstörungsvorgang und/oder (bei bestimmten Schwerlastdieselanwendungen) bei normalem Abgas hoher Temperatur begegnen, ist es bei einem ausreichenden Zeitraum bei hohen Temperaturen möglich, dass sich geringe Mengen der Komponenten der Metalle der Platingruppe, insbesondere Pt, aus den DOC- und/oder den NAC- und/oder den CSF-Komponenten verflüchtigen und nachfolgend das Metall der Platingruppe auf dem stromab befindlichen SCR-Katalysator eingefangen wird. Dies kann eine sehr schädliche Wirkung auf die Leistungsfähigkeit des SCR-Katalysators haben, da die Gegenwart von Pt zu einer hohen Aktivität bei der konkurrierenden, nicht selektiven Ammoniakoxidation, wie beispielsweise bei der Reaktion (9) (die die vollständige Oxidation des NH_3 zeigt) führt, wodurch sekundäre Emissionen entstehen und/oder NH_3 nicht produktiv verbraucht wird.



[0021] Ein Fahrzeughersteller hat von der Beobachtung dieses Phänomens im SAE-Papier 2009-01-0627 mit dem Titel "Einfluss und Verhinderung einer ultraniedrigen Verunreinigung mit Metallen der Platingruppe auf SCR-Katalysatoren infolge einer DOC-Ausgestaltung" berichtet, wobei das Papier Daten umfasst, die die NO_x -Umwandlungsaktivität gegen die Temperatur für einen Fe/Zeolith-SCR-Katalysator, der in Reihe hinter vier DOCs der Zulieferer, die Metalle der Platingruppe (PGM) enthalten, angeordnet ist, bei Inkontaktbringen mit einem fließenden Modellabgas über 16 Stunden bei 850°C vergleicht. Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die NO_x -Umwandlungsaktivität eines hinter einem 20Pt:Pd-DOC bei 70 g/ft^3 Gesamt-PGM angeordneten Fe/Zeolith-

SCR-Katalysators bei höheren Bewertungstemperaturen im Vergleich zu niedrigeren Bewertungstemperaturen als Ergebnis einer Pt-Kontamination negativ verändert wurde. Zwei 2Pt:Pd-DOCs von unterschiedlichen Zulieferern bei 105 g/ft^3 Gesamt-PGM wurden auch getestet. In einem ersten 2Pt:Pd-DOC war die SCR-Katalysatoraktivität in einem ähnlichen Ausmaß wie bei dem Test mit dem 20Pt:Pd-DOC beeinflusst, während bei dem zweiten 2Pt:Pd-DOC, der getestet wurde, die SCR-Katalysatoraktivität in einem geringeren Ausmaß kontaminiert wurde, obwohl der zweite 2Pt:Pd-DOC noch eine geringere NO_x -Umwandlungsaktivität im Vergleich zu der bloßen Kontrolle (kein DOC, nur ein blankes Substrat) zeigte. Die Autoren schlossen daraus, dass der Zulieferer des zweiten 2Pt:Pd-DOC, der eine moderatere NO_x -Umwandlungsverschlechterung zeigte, beim Stabilisieren der 70 g/ft^3 Pt, die mit den 35 g/ft^3 Pd vorhanden waren, erfolgreicher war. Ein lediglich Pd aufweisender DOC bei 150 g/ft^3 zeigte keinen Einfluss auf den stromab gelegenen SCR im Vergleich zu der bloßen Kontrolle. Eine frühere Arbeit der Autoren des Papiers SAE 2009-01-0627 wurde in dem SAE-Papier Nr. 2008-01-2488 veröffentlicht.

[0022] Die US 2011/0014099 A lehrt ein katalytisch aktives teilchenförmiges Filter mit Eignung zur Entfernung von Stickoxiden und teilchenförmigen Materialien aus Abgasen von überwiegend unter mageren Bedingungen betriebenen Verbrennungsmotoren. Das Teilchenfilter umfasst einen Filterkörper, eine aktive Beschichtung eines Oxidationskatalysators eines Platingruppenmetalls und eine in einer zweiten Beschichtung angeordnete Kupferverbindung.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0023] Fahrzeughersteller haben damit begonnen, den Anmelder nach Maßnahmen zu fragen, um das Problem einer Verflüchtigung von relativ niedrigen Mengen an PGMs aus Komponenten stromauf der SCR-Katalysatoren zu lösen. Es wäre in hohem Maße wünschenswert, Strategien zu entwickeln, um diese PGM-Bewegung auf einen stromab gelegenen SCR-Katalysator bei hohen Temperaturen zu verhindern. Die vorliegenden Erfinder haben eine Reihe von Strategien entwickelt, um diesem Bedarf zu begegnen.

[0024] Die Erfinder haben festgestellt, dass eine Verflüchtigung von Platin aus einem Metalle der Platingruppe (PGM) enthaltenden Katalysator, der sowohl Platin als auch Palladium umfasst, unter extremen Temperaturbedingungen auftreten kann, wenn das Gewichtsverhältnis von Pt:Pd größer als etwa 2:1 ist. Es wird auch angenommen, dass, wenn das PGM aus Platin besteht, eine Verflüchtigung von Platin auch beobachtet werden kann. Die vorliegenden Erfinder haben eine Abgassystemanordnung, die eine PGM enthaltende Katalysatorzusammensetzung

umfasst, zur Verwendung in Kombination mit einem stromabseitigen SCR-Katalysator ersonnen, die das Problem einer Wanderung von PGM, insbesondere Pt, aus einem stromauf gelegenen Katalysator mit relativ hoher Beladung an Pt zu einem stromab gelegenen SCR-Katalysator vermeidet oder verringert.

[0025] Gemäß einem ersten Aspekt liefert die vorliegende Erfindung ein Abgassystem für einen Verbrennungsmotor, wobei das System die folgenden Bestandteile umfasst:

(a) einen ersten katalysierten Substratmonolith, der eine erste Washcoatbeschichtung, die in einer ersten Washcoatzone des Substratmonoliths angeordnet ist, und eine zweite Washcoatbeschichtung, die in einer zweiten Washcoatzone des Substratmonoliths angeordnet ist, umfasst, wobei die erste Washcoatbeschichtung eine Katalysatorzusammensetzung umfasst, die mindestens ein Metall der Platingruppe (PGM) und mindestens ein Trägermaterial umfasst, wobei das mindestens eine PGM in der ersten Washcoatbeschichtung für ein Verflüchtigen anfällig ist, wenn die erste Washcoatbeschichtung relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird, wobei die zweite Washcoatbeschichtung mindestens ein Material umfasst, das Kupfer trägt, zum Einfangen von verflüchtigtem PGM und wobei die zweite Washcoatbeschichtung so ausgerichtet ist, um mit Abgas, das mit dem ersten Washcoat in Berührung gelangt ist, in Berührung zu gelangen, und

(b) einen zweiten katalysierten Substratmonolith, der einen Katalysator zum selektiven Katalysieren der Reduktion von Stickoxiden zu N_2 mit einem stickstoffhaltigen Reduktionsmittel umfasst und der stromab des ersten katalysierten Substratmonoliths angeordnet ist.

[0026] Gemäß einem weiteren Aspekt liefert die vorliegende Erfindung einen Verbrennungsmotor, insbesondere für ein Fahrzeug, der ein erfindungsgemäßes Abgassystem umfasst. Der mager verbrennende Verbrennungsmotor kann ein Motor mit positiver Zündung, beispielsweise Funkenzündung, sein, der typischerweise mit einem Benzinkraftstoff oder Gemischen von Benzinkraftstoff und anderen Komponenten wie Ethanol läuft, vorzugsweise ist er jedoch ein Motor mit Kompressionszündung, beispielsweise ein Motor vom Dieseltyp. Mager verbrennende Verbrennungsmotoren umfassen Motoren mit homogener Ladungskompressionszündung (HCCI), die entweder durch Benzin usw. als Kraftstoff oder Dieselmotoren angetrieben werden.

[0027] Gemäß einem weiteren Aspekt liefert die vorliegende Erfindung ein Fahrzeug, das ein erfindungsgemäßes Abgassystem umfasst. Typischerweise umfasst das Fahrzeug ferner einen Verbrennungsmotor.

[0028] Gemäß einem noch weiteren Aspekt liefert die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Verringerung oder Verhinderung eines Vergiftens eines selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysators in einem Abgassystem eines mager verbrennenden Verbrennungsmotors durch ein Metall der Platingruppe (PGM), das sich aus einer Katalysatorzusammensetzung verflüchtigen kann, die mindestens ein PGM in einer auf mindestens einem Trägermaterial getragenen Form umfasst und die auf einem Substratmonolith stromauf des SCR-Katalysators angeordnet ist, wenn die Katalysatorzusammensetzung, die das PGM umfasst, relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird, wobei das Verfahren ein Einfangen von verflüchtigtem PGM in einer mindestens ein Material, das Kupfer trägt, umfassenden Washcoatbeschichtung, die auf dem gleichen Substratmonolith wie die Katalysatorzusammensetzung, die das PGM trägt, angeordnet ist, umfasst.

[0029] Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren die Verwendung einer Washcoatbeschichtung zur Verringerung oder Verhinderung eines Vergiftens eines selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysators durch ein Metall der Platingruppe (PGM) typischerweise in einem Abgassystem eines mager verbrennenden Verbrennungsmotors, wobei die Washcoatbeschichtung mindestens ein Material, das Kupfer trägt, umfasst und die Washcoatbeschichtung auf einem Substratmonolith angeordnet ist, der mindestens ein PGM, das vorzugsweise auf mindestens einem Trägermaterial geträgert ist, umfasst.

[0030] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Verwendung eines katalysierten Substratmonolith zur Verringerung oder Verhinderung einer Vergiftung eines selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysators durch ein Metall der Platingruppe (PGM) typischerweise in einem Abgassystem eines mager verbrennenden Verbrennungsmotors, wobei der katalysierte Substratmonolith eine erste Washcoatbeschichtung, die in einer ersten Washcoatzone des Substratmonoliths angeordnet ist, und eine zweite Washcoatbeschichtung, die in einer zweiten Washcoatzone des Substratmonoliths angeordnet ist, umfasst, wobei die erste Washcoatbeschichtung eine Katalysatorzusammensetzung umfasst, die mindestens ein Metall der Platingruppe (PGM) und mindestens ein Trägermaterial umfasst, wobei das mindestens eine PGM in der ersten Washcoatbeschichtung für eine Verflüchtigung anfällig ist, wenn die erste Washcoatbeschichtung relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird, wobei die zweite Washcoatbeschichtung mindestens ein Material, das Kupfer trägt, zum Einfangen des verflüchtigten PGM umfasst und optional wobei die zweite Washcoatbeschichtung so ausgerichtet ist, dass sie mit Abgas, das mit dem ersten Washcoat in Berührung ge-

langt ist, in Berührung gelangt. Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren vorzugsweise die Verwendung eines katalysierten Substratmonoliths zur Verringerung oder Verhinderung eines Vergiftens eines selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysators durch ein Metall der Platingruppe (PGM) und zur Oxidation von Kohlenmonoxid (CO) und/oder Kohlenwasserstoffen (HCs) in einem Abgas eines mager verbrennenden Verbrennungsmotors.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0031] Um die Erfindung vollständiger verstehen zu können, wird auf die folgenden Beispiele lediglich zur Veranschaulichung und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren Bezug genommen.

[0032] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung eines zum Testen einer Platinkontamination bei einem Fe/Beta-Zeolith- oder einem Cu/CHA-Zeolith-SCR-Katalysator verwendeten Laborreaktors.

[0033] **Fig. 2** ist ein Graph, der die NO_x-Umwandlungsaktivität als Funktion der Temperatur von zwei gealterten SCR-Katalysatorkernen vergleicht, die jeweils in einer Labormaßstab-Abgassystemkonfiguration gealtert wurden, die Kernproben von Beispiel 3 zur Verwendung gemäß der vorliegenden Erfindung oder Vergleichsbeispiel 2 enthält. Die Ergebnisse der Aktivität der gealterten SCR-Katalysatorkerne sind gegen die Aktivität eines frischen, d. h. nicht gealterten SCR-Katalysators aufgetragen.

[0034] **Fig. 3** ist ein Graph, der die NO_x-Umwandlungsaktivität als Funktion der Temperatur von drei gealterten SCR-Katalysatorkernen vergleicht, die jeweils in einer Labormaßstab-Abgassystemkonfiguration gealtert wurden, die ein stromauf des Fe/Beta-Zeolith-SCR-Katalysators angeordneten katalysiertes Wandstromfilter enthält, wobei ein System ein sowohl auf den Einlass- als auch auf den Auslasskanälen mit Pt:Pd in einem Gewichtsverhältnis von 1:1 beschichtetes Filter umfasst, ein zweites System ein sowohl auf den Einlass- als auch auf den Auslasskanälen mit Pt:Pd in einem Gewichtsverhältnis von 5:1 beschichtetes Filter umfasst und ein drittes Vergleichssystem ein sowohl auf den Einlass- als auch auf den Auslasskanälen mit einem lediglich Pt umfassenden Katalysator beschichtetes Filter umfasst. Die Ergebnisse der Aktivität der gealterten SCR-Katalysatoren sind gegen die Aktivität eines frischen, d. h. nicht gealterten SCR-Katalysators aufgetragen.

[0035] **Fig. 4** ist Balkendiagramm, das die NO_x-Umwandlungsaktivität als Funktion der Temperatur von zwei gealterten SCR-Katalysatorkernen vergleicht, die jeweils in einem in **Fig. 1** dargestellten Labormaßstab-Abgassystem gealtert wurden, das Kernproben des Dieseloxydationskatalysators von Beispiel 8 enthält, die in einem Röhrenofen 2 Stunden bei

900°C in einem strömenden synthetischen Abgas erwärmt wurden, wobei der Cu/CHA-Zeolith-SCR-Katalysatorkern, der bei 300°C gehalten wird, stromab angeordnet ist.

[0036] **Fig. 5** ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Abgassystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0037] Typischerweise kann das erfindungsgemäße Abgassystem einen Injektor zum Injizieren eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels in Abgas zwischen dem ersten katalysierten Substratmonolith und dem zweiten katalysierten Substratmonolith umfassen. Stickstoffhaltige Reduktionsmittel und Vorläufer hiervon zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung umfassen beliebige der oben in Verbindung mit dem Abschnitt Hintergrund der Erfindung hier erwähnten. Somit ist das stickstoffhaltige Reduktionsmittel beispielsweise vorzugsweise Ammoniak oder Harnstoff.

[0038] Alternativ (d. h. ohne dass ein Mittel zum Injizieren von Ammoniak oder eines Vorläufers hiervon, wie Harnstoff, zwischen dem ersten katalysierten Substratmonolith und dem zweiten katalysierten Substratmonolith angeordnet ist) oder zusätzlich zu dem Mittel zum Injizieren von Ammoniak oder eines Vorläufers hiervon wird vorzugsweise ein Motormanagementmittel zum Anreichern von Abgas in einer derartigen Weise bereitgestellt, dass Ammoniakgas in situ durch Reduzieren von NO_x auf der Katalysatorzusammensetzung der ersten Washcoatbeschichtung und/oder einem DOC oder NAC erzeugt wird, wobei typischerweise ein eine DOC-Zusammensetzung oder eine NAC-Zusammensetzung umfassender Substratmonolith stromauf des ersten Substratmonoliths oder stromab des ersten Substratmonoliths angeordnet ist. Wenn der eine DOC-Zusammensetzung oder NAC-Zusammensetzung umfassende Substratmonolith stromab des Filters angeordnet ist, ist er vorzugsweise stromauf des Mittels zum Injizieren von Ammoniak oder eines Vorläufers hiervon oder zwischen dem ersten und dem zweiten katalysierten Substratmonolith angeordnet.

[0039] In Kombination mit einem geeignet gestalteten und gemanagten Dieselloxydationszündungsmotor (stromauf des Substratmonoliths, nicht dargestellt) kommt angereichertes Abgas, d. h. Abgas, das höhere Mengen an Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoff relativ zu einem normalen mageren Laufmodus enthält, mit dem NAC in Kontakt. Komponenten in einem NAC oder einer NAC-Zusammensetzung wie beispielsweise PGM-gefördertes bzw. -katalysiertes Ceroxid oder Ceroxid-Zirkoniumoxid, können die CO-Konvertierungsreaktion, d. h. CC_(g) +

$\text{H}_2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ unter Entweichen von H_2 fördern. Aus der Fußnote der Nebenreaktion zu den Reaktionen (3) und (4), die oben angegeben sind, beispielsweise $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 8\text{H}_2 \rightarrow \text{BaO} + 2\text{NH}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$, kann NH_3 in situ erzeugt und für eine NO_x -Reduktion auf dem stromab gelegenen SCR-Katalysator gespeichert werden.

[0040] Stickstoffhaltige Reduktionsmittel und Vorläufer hiervon zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung umfassen beliebige der hier oben in Verbindung mit dem Abschnitt Hintergrund der Erfindung genannten. So ist beispielsweise das stickstoffhaltige Reduktionsmittel vorzugsweise Ammoniak oder Harnstoff.

[0041] Im Allgemeinen umfasst die erste Washcoatbeschichtung Platin. Wenn mindestens ein PGM in der ersten Washcoatbeschichtung Platin ist, dann ist das Platin das PGM, das für eine Verflüchtigung anfällig ist, wenn die erste Washcoatbeschichtung relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird. Die relativ extremen Bedingungen einschließlich der relativ hohen Temperaturen sind beispielsweise Temperaturen $\geq 700^\circ\text{C}$, vorzugsweise $\geq 800^\circ\text{C}$ oder starker bevorzugt $\geq 900^\circ\text{C}$.

[0042] Typischerweise umfasst die erste Washcoatbeschichtung sowohl Platin als auch Palladium (d. h. das mindestens eine PGM ist sowohl Platin als auch Palladium). Das Platin und/oder das Palladium kann/können das PGM sein, das für eine Verflüchtigung anfällig ist, wenn die erste Washcoatbeschichtung relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird. Wenn sowohl Platin als auch Palladium jedoch vorhanden sind, ist es normalerweise wahrscheinlicher, dass das Platin das PGM ist, das für eine Verflüchtigung anfällig ist, wenn die erste Washcoatbeschichtung relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird.

[0043] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die erste Washcoatbeschichtung kein Gold, insbesondere keine Palladium-Gold-Legierung.

[0044] Da der erste katalysierte Substratmonolith ein Mittel umfasst, um ein Wandern von verflüchtigtem Platin aus dem Platin umfassenden Katalysator zu einem stromab gelegenen SCR-Katalysator zu verringern oder zu verhindern, ist es möglich, relativ hohe Pt:Pd-Gewichtsverhältnisse in dem Katalysator, der Platin umfasst, für die Zwecke beispielsweise einer Erzeugung von NO_2 zur Förderung einer stromab erfolgenden Verbrennung von filtriertem teilchenförmigem Material zu verwenden, beispielsweise $\leq 10:1$, beispielsweise $8:1$, $6:1$, $5:1$ oder $4:1$. Es ist möglich, derartige relativ hohe Pt:Pd-Gewichtsverhältnisse zu verwenden, obwohl sich ein PGM daraus verflüchtigen

kann, da die Ausgestaltung des ersten katalysierten Substratmonoliths gemäß der vorliegenden Erfindung im Wesentlichen verhindert, dass verflüchtigtes PGM mit dem stromab gelegenen SCR-Katalysator in Berührung gelangt.

[0045] Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben jedoch festgestellt, dass es durch Verringern des Pt:Pd-Gewichtsverhältnisses möglich ist, das Niveau der PGM-Verflüchtigung weiter zu verringern, wodurch eine Vergiftung des stromab gelegenen SCR-Katalysators durch PGM verringert oder verhindert werden kann. Wenn das mindestens eine PGM in der ersten Washcoatbeschichtung sowohl Platin als auch Palladium umfasst, beträgt das Gewichtsverhältnis Pt:Pd vorzugsweise ≤ 2 , beispielsweise ≤ 1 , $5:1$, z. B. etwa $1:1$. Die Bedeutung dieses Merkmals ist in den Beispielen dargestellt: die Erfinder haben durch empirisches Testen festgestellt, dass die bevorzugten Pt:Pd-Gewichtsverhältnisse weniger verflüchtigen als ein ähnlicher Katalysator mit einem Pt:Pd-Gewichtsverhältnis von $4:1$. In geschichteten Katalysatoranordnungen ist es bevorzugt, dass eine äußere Schicht ein Pt:Pd-Gewichtsverhältnis von ≤ 2 aufweist, oder optional, dass das Gesamt-Pt:Pd-Gewichtsverhältnis aller Schichten in Kombination ≤ 2 ist.

[0046] Typischerweise beträgt das Gewichtsverhältnis Pt:Pd $\geq 35:65$ (beispielsweise $\geq 7:13$). Es ist bevorzugt, dass das Gewichtsverhältnis Pt:Pd $\geq 40:60$ (beispielsweise $\geq 2:3$), starker bevorzugt $\geq 42,5:57,5$ (beispielsweise $\geq 17:23$), besonders $\geq 45:55$ (beispielsweise $\geq 9:11$), wie $\geq 50:50$ (beispielsweise $\geq 1:1$), und noch stärker bevorzugt $\geq 1,25:1$ ist. Das Gewichtsverhältnis von Pt:Pd beträgt typischerweise $10:1$ bis $7:13$. Es ist bevorzugt, dass das Gewichtsverhältnis von Pt:Pd $8:1$ bis $2:3$, starker bevorzugt $6:1$ bis $17:23$, noch stärker bevorzugt $5:1$ bis $9:11$, beispielsweise $4:1$ bis $1:1$ und noch stärker bevorzugt $2:1$ bis $1,25:1$ beträgt.

[0047] Allgemein beträgt die Gesamtmenge des Metalls der Platingruppe (PGM) (beispielsweise die Gesamtmenge an Pt und/oder Pd) 1 bis 500 g/ft^3 . Vorzugsweise beträgt die Gesamtmenge des PGM 5 bis 400 g/ft^3 , starker bevorzugt 10 bis 300 g/ft^3 , noch starker bevorzugt 25 bis 250 g/ft^3 und noch starker bevorzugt 35 bis 200 g/ft^3 .

[0048] Das Trägermaterial in der ersten Washcoatbeschichtung kann ein Metalloxid (d. h. mindestens ein Metalloxid), ein Molekularsieb (d. h. mindestens ein Molekularsieb) oder ein Gemisch von beliebigen zwei oder mehr hiervon sein. Vorzugsweise umfasst das Trägermaterial mindestens ein Metalloxid. Es ist des Weiteren bevorzugt, dass das Trägermaterial mindestens ein Metalloxid umfasst und dass die erste Washcoatbeschichtung mindestens ein Molekularsieb umfasst.

[0049] Im Allgemeinen kann der mindestens eine Metalloxidträger der ersten Washcoatbeschichtung ein Metalloxid umfassen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus optional stabilisiertem Aluminiumoxid, amorphem Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, optional stabilisiertem Zirconiumoxid, Ceroxid, Titanoxid, einem optional stabilisierten Ceroxid-Zirconiumoxid-Mischoxid und Gemischen von beliebigen zwei oder mehr hiervon besteht. Geeignete Stabilisatoren umfassen einen oder mehrere Bestandteile von Siliciumdioxid und Seltenerdmetallen. Die erste Washcoatbeschichtung umfasst vorzugsweise optional stabilisiertes Aluminiumoxid oder amorphes Siliciumdioxid-Aluminiumoxid.

[0050] Typischerweise kann das Trägermaterial in der zweiten Washcoatbeschichtung ein Metalloxid (d. h. mindestens ein Metalloxid), ein Molekularsieb (d. h. mindestens ein Molekularsieb) oder ein Gemisch von beliebigen zwei oder mehr hiervon sein. Somit ist das mindestens eine Material, das Kupfer trägt, Kupfer, das auf mindestens ein Trägermaterial geträgert ist, wobei das Trägermaterial ein wie hier beschriebenes ist.

[0051] Die zweite Washcoatbeschichtung kann ein Molekularsieb umfassen. Es ist selbstverständlich, dass ein Molekularsieb, das Kupfer trägt, in der zweiten Washcoatbeschichtung in einer derartigen Weise formuliert sein kann, dass es als SCR-Katalysator für eine Reduktion von Stickoxiden unter Verwendung eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels aktiv ist. Die Kombination eines Kupfer/Molekularsieb-SCR-Katalysators und eines Motormanagementmittels zum Anreichern von Abgas in einer derartigen Weise, dass Ammoniakgas in situ durch Reduktion von NO_x auf der Katalysatorzusammensetzung des ersten Washcoats erzeugt wird, ist besonders bevorzugt. In einer Ausführungsform umfasst die zweite Washcoatbeschichtung kein Metalloxid wie beispielsweise optional stabilisiertes Aluminiumoxid, amorphes Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, optional stabilisiertes Zirconiumoxid, Ceroxid, Titanoxid, ein optional stabilisiertes Ceroxid-Zirconiumoxid-Mischoxid und Gemische von beliebigen zwei oder mehr hiervon.

[0052] Der mindestens eine Metalloxidträger der zweiten Washcoatbeschichtung umfasst jedoch typischerweise ein Metalloxid, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus optional stabilisiertem Aluminiumoxid, amorphem Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, optional stabilisiertem Zirconiumoxid, Ceroxid, Titanoxid, einem optional stabilisierten Ceroxid-Zirconiumoxid-Mischoxid und Gemischen von beliebigen zwei oder mehr hiervon besteht. Geeignete Stabilisatoren umfassen ein oder mehrere Bestandteile aus Siliciumdioxid und Seltenerdmetallen.

[0053] Wenn die zweite Washcoatbeschichtung ein Metalloxid umfasst, dann ist das Metalloxid vorzugsweise aus der Gruppe ausgewählt, die aus optional stabilisiertem Aluminiumoxid, amorphem Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, optional stabilisiertem Zirconiumoxid, Titanoxid, einem optional stabilisiertem Ceroxid-Zirconiumoxid-Mischoxid und Gemischen von beliebigen zwei oder mehr hiervon besteht. Stärker bevorzugt ist das Metalloxid optional stabilisiertes Aluminiumoxid.

[0054] In einer Ausführungsform umfasst die zweite Washcoatbeschichtung kein Ceroxid und/oder kein Molekularsieb.

[0055] Die zweite Washcoatbeschichtung umfasst typischerweise Kupfer in einer Gesamtmenge von 10 bis 350 g/ft³. Vorzugsweise beträgt die Gesamtmenge an Kupfer in der zweiten Washcoatbeschichtung 20 bis 300 g/ft³, stärker bevorzugt 30 bis 250 g/ft³, noch stärker bevorzugt 45 bis 200 g/ft³ und noch stärker bevorzugt 50 bis 175 g/ft³.

[0056] Die erste Washcoatbeschichtung umfasst eine Katalysatorzusammensetzung, die mindestens ein Metall der Platingruppe (PGM) und mindestens ein Trägermaterial für das mindestens eine PGM umfasst. Der Katalysator wird typischerweise in Form einer Washcoataufschlammung, die mindestens ein PGM-Salz und ein oder mehrere Trägermaterialien in der Endkatalysatorbeschichtung umfasst, auf den Substratmonolith appliziert, bevor das beschichtete Filter getrocknet und anschließend calciniert wird. Das eine oder die mehreren Trägermaterialien können als "Washcoatkomponente" bezeichnet werden. Es ist auch möglich, dass das mindestens eine PGM an ein oder mehrere Trägermaterialien vorfixiert wird, bevor eine Aufschlammung hergestellt wird, oder dass eine Kombination von Trägermaterialteilchen, an die das PGM vorfixiert ist, in einer Lösung eines PGM-Salzes aufgeschlämmt wird.

[0057] Unter mindestens einem "Trägermaterial" verstehen wir hier ein Metalloxid, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus optional stabilisiertem Aluminiumoxid, amorphem Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, optional stabilisiertem Zirconiumoxid, Ceroxid, Titanoxid, einem optional stabilisierten Ceroxid-Zirconiumoxid-Mischoxid und einem Molekularsieb oder Gemischen von beliebigen zwei oder mehr hiervon besteht.

[0058] Das mindestens eine Trägermaterial kann ein oder mehrere Molekularsiebe beispielsweise ein Aluminosilicatzeolith, umfassen. Die primäre Pflicht des Molekularsiebs in dem PGM-Katalysator zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung besteht in einem Verbessern der Kohlenwasserstoffumwandlung über einen Pflichtzyklus durch Speichern von Kohlenwasserstoff nach einem Kaltstart oder während der kal-

ten Phasen eines Pflichtzyklus und einem Freisetzen von gespeichertem Kohlenwasserstoff bei höheren Temperaturen, wenn damit verbundene Platingruppenmetall-Katalysatorkomponenten für eine HC-Umwandlung aktiver sind (siehe beispielsweise EP 0 830 201 A des Anmelders/Rechtsnachfolgers). Molekularsiebe werden typischerweise in erfindungsgemäßen Katalysatorzusammensetzungen für Leichtlastdieselfahrzeuge verwendet, während sie in Katalysatorzusammensetzungen für Schwerlastdieselanwendungen selten verwendet werden, da die Abgastemperaturen in Schwerlastdieselmotoren bedeuten, dass eine Kohlenwasserstoffeffangfunktionalität im Allgemeinen nicht erforderlich ist.

[0059] Molekularsiebe wie Alumosilicatzeolithe sind jedoch keine besonders guten Träger für Platingruppenmetalle, da sie hauptsächlich aus Siliciumdioxid-Molekularsieben, insbesondere Molekularsieben mit einem relativ höheren Verhältnis von Siliciumdioxid zu Aluminiumoxid bestehen, die aufgrund ihrer höheren thermischen Haltbarkeit begünstigt sind: sie können sich während der Alterung thermisch abbauen, so dass eine Struktur des Molekularsiebs kollabieren kann und/oder das PGM sintern kann, was zu einer geringeren Dispersion und folglich einer geringeren HC- und/oder CO-Umwandlungsaktivität führt.

[0060] Wenn die erste Washcoatbeschichtung und/oder die zweite Washcoatbeschichtung jeweils ein Molekularsieb umfassen, umfassen die erste Washcoatbeschichtung und/oder die zweite Washcoatbeschichtung vorzugsweise ein Molekularsieb in Mengen von ≤ 30 Gew.-% (beispielsweise ≤ 25 Gew.-%, ≤ 20 Gew.-%, beispielsweise ≤ 15 Gew.-%) der individuellen Washcoatbeschichtungsschicht. Das restliche mindestens eine Trägermaterial der ersten Washcoatbeschichtung oder der zweiten Washcoatbeschichtung kann ein Metalloxid umfassen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus optional stabilisiertem Aluminiumoxid, amorphem Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, optional stabilisiertem Zirconiumoxid, Ceroxid, Titanoxid und einem optional stabilisierten Ceroxid-Zirconiumoxid-Mischoxid und Gemischen von beliebigen zwei oder mehr hiervon besteht.

[0061] Bevorzugte Molekularsiebe zur Verwendung als Trägermaterialien/Kohlenwasserstoffadsorber sind Zeolithe mit mittlerer Porengröße, vorzugsweise Alumosilicatzeolithe, d. h. die mit einer maximalen Ringgröße von acht tetraedrischen Atomen, und Zeolithe mit großer Porengröße (maximal zehn tetraedrische Atome), vorzugsweise Alumosilicatzeolithe, einschließlich natürlichen oder synthetischen Zeolithen wie Faujasit, Clinoptilolit, Mordenit, Silicalit, Ferrierit, Zeolith X, Zeolith Y, ultrastabiler Zeolith Y, ZSM-5 Zeolith, ZSM-12 Zeolith, SSZ-3 Zeolith, SAPO-5 Zeolith, Offretit oder ein beta-Zeolith, vorzugsweise ZSM-5-, beta- und Y-Zeolithe. Bevorzugte Zeo-

lithadsorptionsmittelmaterialien weisen ein hohes Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis im Hinblick auf eine bessere hydrothermale Stabilität auf. Der Zeolith kann ein Molverhältnis Siliciumdioxid/Aluminiumoxid von mindestens etwa 25/1, vorzugsweise von mindestens etwa 50/1 mit geeigneten Bereichen von etwa 25/1 bis 1000/1, 50/1 bis 500/1 sowie etwa 25/1 bis 100/1, 25/1 bis 300/1 oder von etwa 100/1 bis 250/1 aufweisen.

[0062] Substratmonolithen zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung können aus keramischen Materialien wie beispielsweise Cordierit, Aluminiumtitanat, Siliciumcarbid oder dergleichen, oder metallischen Materialien bestehen, beispielsweise können sie aus dünnen Metallfolien ferritischer Eisen-Chrom-Aluminium-Legierungen hergestellt werden.

[0063] Der erste Substratmonolith kann ein Durchflusssubstratmonolith oder ein Filtersubstratmonolith sein. Die zweite Washcoatbeschichtung ist allgemein so ausgerichtet, dass sie mit Abgas in Berührung gelangt, das mit dem ersten Washcoat in Berührung gelangt ist. Somit wird zugelassen, dass die erste Washcoatbeschichtung zuerst mit dem Abgas in Berührung gelangt. Das Abgas und jegliches verflüchtigte PGM aus der ersten Washcoatbeschichtung wird anschließend mit der zweiten Washcoatbeschichtung, die Kupfer zum Einfangen von verflüchtigtem PGM umfasst, in Berührung gebracht.

[0064] Wenn der erste Substratmonolith ein Durchflusssubstratmonolith ist, ist typischerweise entweder die erste Washcoatzone oder die erste Washcoatbeschichtung am Einlassende des Substratmonoliths angeordnet und die zweite Washcoatzone oder die zweite Washcoatbeschichtung ist am Auslassende des Substratmonoliths angeordnet. Die erste Washcoatbeschichtung und die zweite Washcoatbeschichtung können überlappen (beispielsweise im mittleren Bereich des Substratmonoliths). Wenn die erste Washcoatbeschichtung und die zweite Washcoatbeschichtung überlappen (beispielsweise eine Washcoatbeschichtung auf der Oberseite der anderen), dann ist vorzugsweise die zweite Washcoatbeschichtung auf der Oberseite der ersten Washcoatbeschichtung (beispielsweise in der Region der Überlappung) angeordnet und die erste Washcoatbeschichtung ist auf dem Substratmonolith angeordnet (d. h. die erste Washcoatbeschichtung befindet sich in Kontakt mit einer Oberfläche des Substratmonoliths). Es ist bevorzugt, dass es im Wesentlichen keine Überlappung zwischen der ersten Washcoatbeschichtung und der zweiten Washcoatbeschichtung oder der ersten Washcoatzone und der zweiten Washcoatzone gibt.

[0065] Typischerweise weist ein Filtersubstratmonolith Einlassoberflächen und Auslassoberflächen auf, wobei die Einlassoberflächen von den Auslassoberflächen durch eine poröse Struktur getrennt sind und

wobei die erste Washcoatbeschichtung der ersten Zone auf die Einlassoberflächen appliziert ist und die zweite Washcoatbeschichtung der zweiten Zone auf die Auslassoberflächen appliziert ist. Wenn der erste Substratmonolith ein Filtersubstratmonolith ist, dann ist vorzugsweise der Filtersubstratmonolith ein Wandstromfilter, beispielsweise gemäß Beschreibung im obigen Abschnitt Hintergrund der Erfindung, wobei Einlasskanäle des Wandstromfilters eine erste Zone umfassen und wobei Auslasskanäle des Wandstromfilters eine zweite Zone umfassen.

[0066] Verfahren zur Herstellung von katalysierten Substratmonolithen einschließlich eine einzelne Schicht aufweisende Washcoatbeschichtungen und zwei Schichten umfassende Anordnungen (eine Washcoatbeschichtungsschicht oberhalb einer weiteren Washcoatbeschichtungsschicht) sind auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt und umfassen die WO 99/47260 A des Anmelders/Rechtsnachfolgers, d. h. ein Verfahren, das die Stufen (a) Anordnen eines Einschlussmittels auf dem oberen ersten Ende eines Substratmonoliths, (b) Eindosieren einer vorgegebenen Menge einer ersten Washcoatbeschichtungskomponente in das Einschlussmittel, entweder in der Reihenfolge (a) dann (b) oder (b) dann (a), und (c) Ziehen der ersten Washcoatbeschichtungskomponente durch Anlegen von Druck oder Vakuum in mindestens einem Bereich des Substratmonoliths und Halten von im Wesentlichen der gesamten Menge in dem Substratmonolith umfasst. In einer ersten Stufe kann eine Beschichtung von dem ersten Ende der Applikation getrocknet werden und der getrocknete Substratmonolith kann um 180° gedreht werden und das gleiche Verfahren kann bei dem oberen zweiten Ende des Substratmonoliths bei im Wesentlichen keiner Überlappung der Schichten zwischen den Applikationen von dem ersten und dem zweiten Ende des Substratmonoliths erfolgen. Das erhaltene Beschichtungsprodukt wird anschließend getrocknet, und dann calciniert. Das Verfahren wird mit einer zweiten Washcoatbeschichtungskomponente wiederholt, um einen katalysierten (zweischichtigen) Substratmonolith gemäß der vorliegenden Erfindung bereitzustellen.

[0067] Der Filtersubstratmonolith zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise ein Wandstromfilter, d. h. ein keramisches poröses Filtersubstrat mit einer Vielzahl von Einlasskanälen, die parallel zu einer Vielzahl von Auslasskanälen angeordnet sind, wobei jeder Einlasskanal und jeder Auslasskanal teilweise durch eine keramische Wand einer porösen Struktur definiert ist, wobei jeder Einlasskanal wechselseitig von einem Auslasskanal durch eine keramische Wand einer porösen Struktur getrennt ist und umgekehrt. Mit anderen Worten ist das Wandstromfilter eine Wabenanordnung, die eine Vielzahl von ersten Kanälen, die am stromaufseitigen Ende verschlossen sind, und eine Vielzahl von

zweiten Kanälen, die am stromaufseitigen Ende nicht verschlossen sind, jedoch am stromabseitigen Ende verschlossen sind, definiert. Vertikal und lateral zu einem ersten Kanal benachbarte Kanäle sind an einem stromabseitigen Ende verschlossen. Bei Betrachtung von einem der Enden nehmen die alternierend verschlossenen und offenen Enden der Kanäle das Aussehen eines Schachbretts an.

[0068] Katalysierte Filter, vorzugsweise Wandstromfilter, können unter Verwendung des in der WO 2011/080525 A offenbarten Verfahrens des Anmelders/Rechtsnachfolgers beschichtet werden, d. h. ein Verfahren zum Beschichten eines Wabenmonolithsubstrats, das eine Vielzahl von Kanälen umfasst, mit einer eine Katalysatorkomponente umfassenden Flüssigkeit, wobei das Verfahren die folgenden Stufen umfasst: (i) Halten des Wabenmonolithsubstrats in einer im Wesentlichen senkrechten Weise; (ii) Einführen eines vorbestimmten Volumens der Flüssigkeit in das Substrat über offene Enden der Kanäle an einem unteren Ende des Substrats; (iii) Versiegeln des Halten der eingeführten Flüssigkeit in dem Substrat; (iv) Umkehren des die festgehaltene Flüssigkeit enthaltenden Substrats; und (v) Anlegen eines Vakuums an offene Enden der Kanäle des Substrats an dem umgekehrten unteren Ende des Substrats, um die Flüssigkeit entlang der Kanäle des Substrats zu ziehen. Die Katalysatorzusammensetzung kann auf Filterkanäle von einem ersten Ende aufgetragen werden, worauf das beschichtete Filter getrocknet werden kann.

[0069] Der zweite Substratmonolith kann ein Durchflusssubstratmonolith oder ein Filtersubstratmonolith mit Einlassoberflächen und Auslassoberflächen sein, wobei die Einlassoberflächen von den Auslassoberflächen durch eine poröse Struktur getrennt sind, vorzugsweise handelt es sich um ein Wandstromfilter.

[0070] Die in der ersten Washcoatzone angeordnete erste Washcoatbeschichtung kann einen Oxidationskatalysator oder einen NO_x-Adsorberkatalysator (d. h. eine Oxidations- oder NAC-Zusammensetzung) gemäß Beschreibung hier oben im Abschnitt Hintergrund der Erfindung umfassen. Ein NAC oder eine NAC-Zusammensetzung enthält signifikante Mengen an Erdalkalimetallen und/oder Alkalimetallen relativ zu einem Oxidationskatalysator. Der NAC oder die NAC-Zusammensetzung umfasst typischerweise auch Ceroxid oder ein Ceroxid enthaltendes Mischoxid, beispielsweise ein Mischoxid von Cer und Zirconium, wobei das Mischoxid optional des Weiteren ein oder mehrere weitere Lanthaniden oder Seltenelemente umfasst. Wenn der erste Substratmonolith ein Filtersubstratmonolith ist und der erste Washcoat ein Oxidationskatalysator ist, wird diese Vorrichtung häufig auf dem einschlägigen Fachgebiet als "katalysiertes Rußfilter" oder "CSF" bezeichnet.

[0071] Der zweite katalysierte Substratmonolith umfasst einen Katalysator zum selektiven Katalysieren der Reduktion von Stickoxiden zu N_2 mit einem stickstoffhaltigen Reduktionsmittel, der auch als selektiver katalytischer Reduktions(SCR)-Katalysator bekannt ist.

[0072] Typischerweise wird der SCR-Katalysator in Form einer Beschichtung auf einen Substratmonolith, beispielsweise gemäß obiger Beschreibung, aufgetragen.

[0073] Alternativ wird der SCR-Katalysator in Form eines Extrudats bereitgestellt (auch bekannt als "Katalysatorkörper"), d. h. der Katalysator wird mit Komponenten der Substratmonolithstruktur vermischt, die beide extrudiert werden, so dass der Katalysator Teil der Wände des Substratmonoliths ist.

[0074] Der SCR-Katalysator des zweiten Substratmonoliths kann einen Filtersubstratmonolith oder einen Durchflusssubstratmonolith umfassen. Es ist auch möglich, aus einem extrudierten SCR-Katalysator ein Wandstromfilter herzustellen (siehe WO 2009/093071 A und WO 2011/092521 A des Anmelders(Rechtsnachfolgers). Selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysatoren zur Verwendung in Verbindung mit dem zweiten katalysierten Substratmonolith können aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus mindestens einem Bestandteil von Cu, Hf, La, Au, In, V, Lanthaniden und Übergangsmetallen der Gruppe VIII wie Fe besteht, wobei sie auf ein Feuerfestoxid oder Molekularsieb geträgert sind. Geeignete Feuerfestoxide umfassen Al_2O_3 , TiO_2 , CeO_2 , SiO_2 , ZrO_2 und Mischoxide, die zwei oder mehr hiervon enthalten. Ein Nicht-Zeolithkatalysator kann auch Wolframoxid umfassen, beispielsweise $V_2O_5/WO_3/TiO_2$. Bevorzugte Metalle von besonderem Interesse sind aus der Gruppe ausgewählt, die aus Ce, Fe und Cu besteht. Molekularsiebe können mit den obigen Metallen ionenaustauscht sein.

[0075] Es ist bevorzugt, dass das mindestens eine Molekularsieb Alumosilicatzeolith oder ein SAPO ist. Das mindestens eine Molekularsieb kann beispielsweise ein Molekularsieb mit kleiner, mittlerer oder großer Porengröße sein.

[0076] Unter einem "Molekularsieb mit kleiner Porengröße" verstehen wir hier Molekularsiebe mit einer maximalen Ringgröße von 8 tetraedrischen Atomen wie CHA; unter "Molekularsieben mit mittlerer Porengröße" verstehen wir hier ein Molekularsieb mit einer maximalen Ringgröße von 10 tetraedrischen Atomen wie ZSM-5; und unter "Molekularsieben mit großer Porengröße" verstehen wir hier ein Molekularsieb mit einer maximalen Ringgröße von 12 tetraedrischen Atomen wie beta. Molekularsiebe mit kleiner Porengröße sind zur Verwendung in SCR-Katalysatoren möglicherweise von Vorteil, siehe beispielsweise

se WO 2008/132452 A. Molekularsiebe zur Verwendung in SCR-Katalysatoren gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen ein oder mehrere Metalle, die in ein Gerüst des Molekularsiebs eingearbeitet sind, beispielsweise Fe "im Gerüst" Beta und Cu "im Gerüst" CHA.

[0077] Spezielle Molekularsiebe mit einer Anwendbarkeit in der vorliegenden Erfindung sind aus der Gruppe ausgewählt, die aus AEI, ZSM-5, ZSM-20, ERI einschließlich ZSM-34, Mordenit, Ferrierit, BEA einschließlich Beta, Y, CHA, LEV einschließlich Nu-3, MCM-22 und EU-1 besteht, wobei CHA-Molekularsiebe beispielsweise Alumosilicat-CHA gegenwärtig bevorzugt sind, insbesondere in Kombination mit Cu mit Promotor, beispielsweise in einer ionenaustauschten Form.

[0078] Es ist bevorzugt, dass ein optional katalysierter Filtersubstratmonolith (d. h. ein dritter katalysierter Substratmonolith) stromab des zweiten katalysierten Substrats angeordnet ist, d. h. in einer DOC/SCR/CSF-Anordnung, die in Verbindung hier oben mit dem Hintergrund der Erfindung diskutiert wurde. Der Filtersubstratmonolith ist vorzugsweise ein Wandstromfilter. Wenn katalysiert, ist der Katalysator zur Verwendung in Verbindung mit dem Filtersubstratmonolith ein Oxidationskatalysator, in alternativen Ausführungsformen kann er jedoch eine NAC-Zusammensetzung sein. Alternativ kann der Filtersubstratmonolith nicht katalysiert sein.

[0079] Ein Abgassystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 5](#) dargestellt. Das Abgassystem **20** umfasst in serieller Anordnung von stromauf nach stromab einen katalysierten Durchflusssubstratmonolith **12**; eine Ammoniakquelle **13**, die einen Injektor für einen Ammoniakvorläufer Harnstoff umfasst; und einen Durchflusssubstratmonolith **14**, der mit einem Fe/Beta-SCR-Katalysator beschichtet ist. Jeder Substratmonolith **12**, **14** ist in einem Metallbehälter oder "Kanister" einschließlich kegelförmigen Diffusern angeordnet und sie sind durch eine Reihe von Leitungen **3** mit einer kleineren Querschnittsfläche als die Querschnittsfläche eines beliebigen der Substratmonolithen **12**, **14** verbunden. Die kegelförmigen Diffuser wirken dahingehend, dass sie den Strom des in ein Gehäuse eines "kanisterförmigen" Substratmonoliths eintretenden Abgases so verteilen, dass das Abgas als Ganzes durch im Wesentlichen die gesamte Vorder"fläche" eines jeden Substratmonoliths geführt wird. Den Substratmonolith **4** verlassendes Abgas wird am "Endrohr" **5** in die Atmosphäre emittiert.

[0080] Der katalysierte Durchflusssubstratmonolith **12** umfasst eine erste Zone **16**, die teilweise durch ein stromaufseitiges Ende hiervon definiert ist, die mit einem Katalysator mit einem Pt:Pd-Gewichtsverhältnis von 4:1 beschichtet ist, wobei das Pt und das Pd auf ein Trägermaterial geträgert sind, und eine zweite Zo-

ne **18** mit einer Länge von etwa 50% der Gesamtlänge des Durchflusssubstratmonoliths mit im Wesentlichen keiner Überlappung mit der ersten Zone **16**, wobei die zweite Zone **18** eine auf ein stabilisiertes teilchenförmiges Aluminiumoxidträgermaterial getragene Kupferverbindung umfasst. Der katalysierte Durchflusssubstratmonolith ist dahingehend ausgestaltet, dass er die Reaktion (1) und dadurch die Reaktion (6) auf dem stromab gelegenen SCR-Katalysator fördert.

BEISPIELE

BEISPIEL 1: Herstellung eines mit 5 Gew.-% Fe/
Beta-Zeolith beschichteten Substratmonoliths

[0081] Im Handel erhältlicher Beta-Zeolith wurde zu einer wässrigen Lösung von $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ unter Rühren zugegeben. Nach dem Vermischen wurden Bindemittel und Rheologiemodifizierungsmittel zugegeben, um eine Washcoatbeschichtung herzustellen.

[0082] Ein 400 Zellen pro Quadrat Zoll (cps) umfassender Cordierit-Durchflusssubstratmonolith wurde mit einer wässrigen Aufschlämmung der 5 Gew.-% Fe/Beta-Zeolithprobe unter Verwendung des in der WO 99/47260 A offenbarten Verfahrens des Anmelders/Rechtsnachfolgers, d. h. eines Verfahrens, das die Stufen (a) Anordnen eines Einschlussmittels auf der Oberseite eines Trägers, (b) Eindosieren einer vorgegebenen Menge einer flüssigen Komponente in das Einschlussmittel, entweder in der Reihenfolge (a) dann (b) oder (b) dann (a) und (c) Ziehen der flüssigen Komponente durch Anlegen von Druck oder Vakuum in mindestens einen Bereich des Trägers und Halten im Wesentlichen der gesamten Menge in dem Träger umfasst, beschichtet. Dieses beschichtete Produkt (beschichtet lediglich von einem Ende) wird getrocknet und anschließend calciniert und dieses Verfahren wird vom anderen Ende so wiederholt, dass im Wesentlichen der gesamte Substratmonolith beschichtet wird bei einer minimalen Überlappung in axialer Richtung an der Verbindung zwischen den beiden Beschichtungen. Ein Kern mit einem Durchmesser von 1 Zoll (2,54 cm) und einer Länge von 3 Zoll (7,62 cm) wurde aus dem fertigen Artikel herausgeschnitten.

VERGLEICHBSBEISPIEL 2: Herstellung
eines lediglich Pt umfassenden
katalysierten Wandstromfilters

[0083] Eine Washcoatzusammensetzung, die ein Gemisch von Aluminiumoxidteilchen, die auf eine relativ hohe Teilchengröße verteilt vermahlen worden waren, Platinnitrat, Bindemittel und Rheologiemodifizierungsmittel in entionisiertem Wasser umfasst, wurde hergestellt. Ein Aluminiumtitanat-Wandstromfilter wurde mit der Katalysatorzusammensetzung bei einer Washcoatbeladung von 0,2 g/Zoll³ auf eine finale Gesamt-Pt-Beladung von 5 g/ft³ unter Ver-

wendung des Verfahrens und der Vorrichtung, die in der WO 2011/080525 A der Anmelder/Rechtsnachfolger offenbart sind, beschichtet, wobei Kanäle an einem ersten Ende, die für eine Orientierung zur stromauf gelegenen Seite vorgesehen sind, über 75% ihrer Gesamtlänge mit einem Washcoat, der Platinnitrat und teilchenförmiges Aluminiumoxid umfasst, von dem angestrebten stromaufseitigen Ende hiervon beschichtet wurden, und Kanäle am entgegengesetzten Ende, die zu der stromabseitigen Seite hin orientiert sein sollen, über 25% ihrer Gesamtlänge mit dem gleichen Washcoat wie die Einlasskanäle beschichtet wurden. Das heißt das Verfahren umfasste die Stufen: (i) Halten eines Wabenmonolithsubstrats im Wesentlichen senkrecht; (ii) Einführen eines vorgegebenen Volumens der Flüssigkeit in das Substrat über die offenen Enden der Kanäle an einem unteren Ende des Substrats; (iii) verschließendes Halten der eingeführten Flüssigkeit in dem Substrat; (iv) Umkehren des die festgehaltene Flüssigkeit enthaltenden Substrats und (v) Anlegen eines Vakuums an die offenen Enden der Kanäle des Substrats an dem umgekehrten unteren Ende des Substrats, um die Flüssigkeit entlang der Kanäle des Substrats zu ziehen. Die Katalysatorzusammensetzung wurde auf die Filterkanäle aus einem ersten Ende aufgetragen, worauf das beschichtete Filter getrocknet wurde. Das von dem ersten Ende beschichtete getrocknete Filter wurde anschließend gedreht und das Verfahren wiederholt, um den gleichen Katalysator auf Filterkanäle aus dem zweiten Ende aufzutragen, worauf sich ein Trocknen und Calcinieren anschloss.

[0084] Ein Kern mit einem Durchmesser von 1 Zoll (2,54 cm) und einer Länge von 3 Zoll (7,62 cm) wurde aus dem fertigen Artikel herausgeschnitten. Der erhaltene Teil kann als "frisch", d. h. nicht gealtert, beschrieben werden.

BEISPIEL 3: Herstellung eines Pt auf den
Einlasskanälen/ $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$ auf den Auslasskanälen
enthaltenden katalysierten Wandstromfilters

[0085] Das beschichtete Filter wurde unter Verwendung des gleichen Verfahrens wie in Vergleichsbeispiel 2 hergestellt, mit der Ausnahme, dass 100% der gesamten Kanallänge der für eine Ausrichtung hin zur Einlassseite des Gaskontakts vorgesehenen Kanäle mit einem Washcoat beschichtet wurden, der Platinnitrat und Aluminiumoxid enthält, bevor das beschichtete Filter getrocknet wurde, und 35% der Gesamtlänge der für eine Ausrichtung hin zur Auslassseite vorgesehenen Kanäle mit einem Washcoat beschichtet wurden, der Aluminiumoxid und Kupfersulfat enthält. Das erhaltene beschichtete Filter wurde anschließend getrocknet und danach calciniert. Die Gesamtbeladung mit Pt auf den Einlasskanälen des beschichteten Filters betrug 5 g/ft³. Die Gesamtkupferbeladung auf dem Auslass betrug 66 g/ft³.

[0086] Ein Kern mit einem Durchmesser von 1 Zoll (2,54 cm) und einer Länge von 3 Zoll (7,62 cm) wurde aus dem Endartikel herausgeschnitten. Der erhaltene Teil wird als "frisch", d. h. nicht gealtert, beschrieben.

BEISPIEL 4: Herstellung eines katalysierten Wandstromfilters, das 1:1 Gew.-% Pt:Pd enthält

[0087] Ein beschichtetes Filter wurde unter Verwendung des gleichen Verfahrens wie in Vergleichsbeispiel 2 hergestellt, mit der Ausnahme, dass der sowohl auf die Einlasskanäle als auch auf die Auslasskanäle des Filters applizierte Washcoat Palladiumnitrat zusätzlich zu Platinnitrat umfasste. Die Washcoatbeladung in den Einlass- und Auslasskanälen wurde in einer derartigen Weise durchgeführt, dass eine Beladung von 5 g/ft³ Pt, 5 g/ft³ Pd sowohl auf den Einlassoberflächen als auch auf den Auslassoberflächen, d. h. eine Gesamt-PGM-Beladung von 10 g/ft³ erreicht wurde.

[0088] Ein Kern mit einem Durchmesser von 1 Zoll (2,54 cm) und einer Länge von 3 Zoll (7,62 cm) wurde aus dem Endartikel ausgeschnitten. Der erhaltene Teil wird als "frisch", d. h. nicht gealtert, beschrieben.

BEISPIEL 5: Herstellung eines katalysierten Wandstromfilters, der 5:1 Gew.-% Pt:Pd enthält

[0089] Ein beschichtetes Filter wurde unter Verwendung des gleichen Verfahrens wie in Vergleichsbeispiel 2 hergestellt, mit der Ausnahme, dass der sowohl auf die Einlasskanäle als auch auf die Auslasskanäle des Filters applizierte Washcoat Palladiumnitrat zusätzlich zu Platinnitrat umfasste. Die Washcoatbeladung in den Einlass- und Auslasskanälen wurde in einer derartigen Weise durchgeführt, dass eine Beladung von 5 g/ft³ Pt, 1 g/ft³ Pd sowohl auf den Einlassoberflächen als auch den Auslassoberflächen, d. h. eine Gesamt-PGM-Beladung von 6 g/ft³ erreicht wurde.

[0090] Ein Kern mit einem Durchmesser von 1 Zoll (2,54 cm) und einer Länge von 3 Zoll (7,62 cm) wurde aus dem Endartikel ausgeschnitten. Der erhaltene Teil wird als "frisch", d. h. nicht gealtert, beschrieben.

BEISPIEL 6: Systemtests

[0091] Die Tests wurden auf einem in [Fig. 1](#) veranschaulichten Laborreaktor für einen ersten synthetischen Katalysatoraktivitätstest (SCAT) durchgeführt, wobei ein frischer Kern des beschichteten Fe/Beta-Zeolith-SCR-Katalysators von Beispiel 1 in einer Leitung stromab eines Kerns entweder des katalysierten Wandstromfilters von Vergleichsbeispiel 2 oder von Beispiel 3, 4 oder 5 angeordnet wurde. Ein synthetisches Gasgemisch wurde durch die Leitung bei einem Katalysatorstromvolumen von 30000 h⁻¹ geführt. Ein Ofen wurde verwendet, um die katalysier-

te Wandstromfilterprobe bei einer Steady-State-Temperatur bei einer Filtereinlassstemperatur von 900°C 60 Minuten zu erwärmen (oder zu "altern"), während eine Einlass-SCR-Katalysatorstemperatur von 300°C verwendet wurde. Ein Luft (Wärmeaustauscher)- oder Wasser-Kühlmechanismus wurde verwendet, um den Temperaturabfall zwischen dem Filter und dem SCR-Katalysator zu bewirken. Das Gasgemisch während des Alterns war 10% O₂, 6% H₂O, 6% CO₂, 100 ppm CO, 400 ppm NO, 100 ppm HC als C1, zum Rest N₂.

[0092] Nach dem Altern wurden die gealterten SCR-Katalysatoren aus dem ersten SCAT-Reaktor entfernt und in einen zweiten SCAT-Reaktor eingefügt, um speziell die NH₃-SCR-Aktivität der gealterten Proben zu untersuchen. Die gealterten SCR-Katalysatoren wurden anschließend bezüglich SCR-Aktivität bei 150, 200, 250, 300, 350, 450, 550 und 650°C unter Verwendung eines synthetischen Gasgemisches (O₂ = 14%, H₂O = 7%, CO₂ = 5%, NH₃ = 250 ppm, NO = 250 ppm, NO₂ = 0 ppm, N₂ = zum Rest) getestet und die erhaltene NO_x-Umwandlung wurde gegen die Temperatur für jeden Temperaturdatenpunkt in [Fig. 2](#) aufgetragen. Diese Auftragung misst im Wesentlichen die Konkurrenz zwischen Reaktion (9) und Reaktion (5) und somit wie stark Reaktion (9) die NO_x-Umwandlung durch Verbrauch des für die SCR-Reaktion (Reaktion (5)) erforderlichen, verfügbaren NH₃ beeinflusst.

[0093] Die Ergebnisse sind in den [Fig. 2](#) dargestellt. Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass der SCR-Katalysator in dem erfindungsgemäßen Abgassystem mehr Aktivität beibehält als der SCR-Katalysator in Vergleichsbeispiel 2, obwohl er weniger SCR-Aktivität als ein frischer Katalysator beibehält. Die Erfinder interpretieren dieses Ergebnis dahingehend, dass es zeigt, dass der Verlust an SCR-Aktivität teilweise durch die Abscheidung von geringen Mengen von Pt aus dem stromauf gelegenen katalysierten Wandstromfilter auf den stromab gelegenen SCR-Katalysator bedingt ist. Im Wesentlichen kein Aktivitätsverlust wurde zwischen einem frischen Fe/Beta-Katalysator und einem eine Stunde bei 300°C ohne jeglichen stromauf vorhandenen Katalysator gealterten Fe/Beta-Katalysator beobachtet (Ergebnisse nicht dargestellt).

BEISPIEL 7: Herstellung eines Substratmonoliths, der mit 3 Gew.-% Cu/CHA-Zeolith beschichtet ist

[0094] Im Handel erhältlicher Alumosilicat-CHA-Zeolith wurde zu einer wässrigen Lösung von Cu (NO₃)₂ unter Rühren zugegeben. Die Aufschlämmung wurde filtriert, anschließend gewaschen und getrocknet. Das Verfahren kann wiederholt werden, um die gewünschte Metallbeladung zu erreichen. Das Endprodukt wurde calciniert. Nach dem Vermischen wurden Bindemittel und Rheologiemodifizie-

rungsmittel zugegeben, um eine Washcoatzusammensetzung herzustellen.

[0095] Ein 400 cpsi Cordierit-Durchflusssubstratmonolith wurde mit einer wässrigen Aufschlämmung einer 3 Gew.-% Cu/CHA-Zeolithprobe unter Verwendung des in der WO 99/47260 A der Anmelder/Rechtsnachfolger offenbarten Verfahrens, das in Beispiel 1 oben beschrieben ist, beschichtet. Der beschichtete Substratmonolith wurde in einem Ofen an Luft bei 500°C 5 Stunden gealtert. Ein Kern mit einem Durchmesser von 1 Zoll (2,54 cm) und einer Länge von 3 Zoll (7,62 cm) wurde aus dem Endartikel ausgeschnitten.

BEISPIEL 8: Weitere Pt:Pd-Gewichtsverhältnis-Studien

[0096] Zwei Dieseloxydationskatalysatoren wurden wie folgt hergestellt:

Dieseloxydationskatalysator A

[0097] Ein einschichtiger DOC wurde wie folgt hergestellt: Platinnitrat und Palladiumnitrat wurden zu einer Aufschlämmung von Siliciumdioxid-Aluminiumoxid zugegeben. Beta-Zeolith wurde zu der Aufschlämmung in einer derartigen Weise zugegeben, dass die Aufschlämmung < 30 Masse-% des Feststoffgehalts in Form von Zeolith umfasste. Die Washcoataufschlämmung wurde unter Verwendung des Verfahrens von Beispiel 1 oben zu einem 400 cpsi Durchflusssubstrat zudosiert. Der zudosierte Teil wurde getrocknet und anschließend bei 500°C calciniert. Die Gesamtplatingruppenmetallbeladung in der Washcoatbeschichtung betrug 60 g/ft³ und das Gesamt-Pt:Pd-Gewichtsverhältnis betrug 4:1. Ein Kern mit einem Durchmesser von 1 Zoll (2,54 cm) und einer Länge von 3 Zoll (7,62 cm) wurde aus dem Endartikel ausgeschnitten. Der erhaltene Teil kann als "frisch", d. h. nicht gealtert, beschrieben werden.

Dieseloxydationskatalysator B

[0098] Ein einschichtiger DOC wurde wie folgt hergestellt: Platinnitrat und Palladiumnitrat wurden zu einer Aufschlämmung von Siliciumdioxid-Aluminiumoxid zugegeben. Beta-Zeolith wurde zu der Aufschlämmung in einer derartigen Weise zugegeben, dass sie < 30 Masse-% des Feststoffgehalts in Form von Zeolith umfasste. Die Washcoataufschlämmung wurde unter Verwendung des gleichen Verfahrens wie es für DOC A verwendet wurde, zu einem 400 cpsi Durchflusssubstrat zudosiert. Der zudosierte Teil wurde getrocknet und anschließend bei 500°C calciniert. Die Gesamt-PGM-Beladung in dem einschichtigen DOC betrug 120 g/ft³ und das Pt:Pd-Gewichtsverhältnis betrug 2:1. Ein Kern mit einem Durchmesser von 1 Zoll (2,54 cm) und einer Länge von 3 Zoll (7,62 cm) wurde aus dem Endartikel ausgeschnitten.

Der erhaltene Teil kann als "frisch", d. h. nicht gealtert, beschrieben werden. Beide Katalysatoren wurden nach den in Beispiel 9 dargestellten Protokollen getestet. Die Ergebnisse sind in [Fig. 3](#) unter Bezug auf eine Kontrolle dargestellt (gealterter SCR-Katalysator, der nicht des Weiteren stromab entweder von DOC A oder DOC B gealtert wurde).

BEISPIEL 9: Systemtests

[0099] Die Tests wurden auf einem in [Fig. 1](#) veranschaulichten Laborreaktor für einen ersten synthetischen Katalysatoraktivitätstest (SCAT) durchgeführt, wobei ein gealterter Kern des beschichteten Cu/CHA-Zeolith-SCR-Katalysators von Beispiel 7 in einer Leitung stromab eines Kerns entweder des Dieseloxydationskatalysators (DOC) A oder B (gemäß Beispiel 8) angeordnet wurde. Ein synthetisches Gasgemisch wurde durch die Leitung bei einer Rate von 6 Liter pro Minute geführt. Ein Ofen wurde verwendet, um die DOC-Proben bei einer Steady-State-Temperatur bei einer Katalysatorauslasstemperatur von 900°C 2 Stunden zu erwärmen (oder zu "altern"). Der SCR-Katalysator wurde stromab der DOC-Probe angeordnet und wurde bei einer Katalysatortemperatur von 300°C während des Alterungsprozesses durch Einstellen der Länge des Rohrs zwischen dem Ofenauslass und dem SCR-Einlass gehalten, obwohl ein wassergekühlter Wärmeaustauschermantel auch, falls geeignet, verwendet werden kann. Die Temperaturen wurden unter Verwendung von geeignet positionierten Thermoelementen (T₁ und T₂) bestimmt. Das während des Alterns verwendete Gasgemisch war 40% Luft, 50% N₂, 10% H₂O.

[0100] Nach dem DOC-Altern wurden die SCR-Katalysatoren aus dem ersten SCAT-Reaktor entfernt und in einen zweiten SCAT-Reaktor eingefügt, um speziell die NH₃-SCR-Aktivität der gealterten Proben zu untersuchen. Die SCR-Katalysatoren wurden anschließend hinsichtlich SCR-Aktivität bei 500°C unter Verwendung eines synthetischen Gasgemisches (O₂ = 10%, H₂O = 5%, CO₂ = 7,5%, CO = 330 ppm, NH₃ = 400 ppm, NO = 500 ppm, NO₂ = 0 ppm, N₂ = zum Rest, d. h. ein alpha-Wert von 0,8 wurde verwendet (Verhältnis von NH₃:NO_x), so dass die verfügbare maximale mögliche NO_x-Umwandlung 80% betrug) getestet und die erhaltene NO_x-Umwandlung wurde gegen die Temperatur in dem beigefügten Balkendiagramm in [Fig. 4](#) aufgetragen. Diese Auftragung misst im Wesentlichen die Konkurrenz zwischen der Reaktion (9) und der Reaktion (5) und somit, wie stark Reaktion (9) die NO_x-Umwandlung durch Verbrauch des für die SCR-Reaktion (Reaktion (5)) erforderlichen, verfügbaren NH₃ beeinflusst.

Studium des Pt:Pd-Gewichtsverhältnisses
– Schlussfolgerungen

[0101] Insgesamt zeigen die Ergebnisse von Beispiel 6, die in [Fig. 3](#) dargestellt sind, in Verbindung mit den Beispielen 4 und 5 und Vergleichsbeispiel 2, dass ein Pt:Pd-Gewichtsverhältnis zwischen 1:1 und 5:1 bei der Verringerung des Problems eines Verlusts der NO_x -Umwandlungsaktivität durch Verflüchtigen eines Platingruppenmetalls, speziell Platin, aus einem ein Platingruppenmetall enthaltenden Katalysator zu einem stromab gelegenen SCR-Katalysator günstig ist.

[0102] Die Ergebnisse von Beispiel 9, die in [Fig. 4](#) dargestellt sind, in Verbindung mit den Dieseloxydationskatalysatoren A und B zeigen, dass für einen SCR-Katalysator, der stromab eines DOC mit einem Gesamtgewichtsverhältnis Pt:Pd von 2:1 gealtert wurde, der Verlust der NO_x -Umwandlungsaktivität bei einer NO_x -Umwandlungsaktivität von 67% relativ gering ist im Vergleich zu einer Kontrolle mit einer NO_x -Umwandlungsaktivität von 72% (ein hinter einem DOC mit einem Gesamtgewichtsverhältnis von Pt:Pd von 1:1 gealterter SCR-Katalysator (hier nicht beschrieben) unter Verwendung des gleichen Protokolls wies eine NO_x -Umwandlungsaktivität von 69% auf). Wenn das Gesamt-Pt:Pd-Gewichtsverhältnis jedoch auf 4:1 erhöht wurde, verringerte sich die SCR-Aktivität signifikant auf 48%.

[0103] Die Erfinder schließen folglich, dass es eine Grenze bei etwa einem Gesamtgewichtsverhältnis Pt:Pd von etwa 2:1 gibt, oberhalb dessen eine Pt-Verflüchtigung mit größerer Wahrscheinlichkeit auftritt. Somit ist es durch Einschränken des Gesamtgewichtsverhältnisses Pt:Pd auf 2:1 in dem DOC insgesamt und auf ein Gewichtsverhältnis Pt:Pd von $\leq 2:1$ in der zweiten Washcoatbeschichtungsschicht weniger wahrscheinlich, dass das Pt in dem DOC sich verflüchtigt und zu einem stromab gelegenen SCR-Katalysator wandert.

[0104] Zur Vermeidung jeglichen Zweifels wird der gesamte Inhalt eines jeglichen und aller hier zitierten Dokumente durch Inbezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen.

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0766993 A [[0006](#)]
- EP 341832 A [[0007](#)]
- WO 2005/016497 A [[0009](#)]
- GB 2375059 [[0009](#)]
- US 5473887 [[0010](#)]
- US 2011/0014099 A [[0022](#)]
- EP 0830201 A [[0058](#)]
- WO 99/47260 A [[0066](#), [0082](#), [0095](#)]
- WO 2011/080525 A [[0068](#), [0083](#)]
- WO 2009/093071 A [[0074](#)]
- WO 2011/092521 A [[0074](#)]
- WO 2008/132452 A [[0076](#)]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- SAE-Papier 2009-01-0627 [[0021](#)]
- SAE 2009-01-0627 [[0021](#)]
- SAE-Papier Nr. 2008-01-2488 [[0021](#)]

Patentansprüche

1. Abgassystem für einen Verbrennungsmotor, wobei das System die folgenden Bestandteile umfasst: (a) einen ersten katalysierten Substratmonolith, der eine erste Washcoatbeschichtung, die in einer ersten Washcoatzone des Substratmonoliths angeordnet ist, und eine zweite Washcoatbeschichtung, die in einer zweiten Washcoatzone des Substratmonoliths angeordnet ist, umfasst, wobei die erste Washcoatbeschichtung eine Katalysatorzusammensetzung, die mindestens ein Metall der Platingruppe (PGM) und mindestens ein Trägermaterial umfasst, umfasst, wobei mindestens ein PGM in der ersten Washcoatbeschichtung für ein Verflüchtigen anfällig ist, wenn die erste Washcoatbeschichtung relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird, wobei die zweite Washcoatbeschichtung mindestens ein Material, das Kupfer trägt, zum Einfangen von verflüchtigtem PGM umfasst und wobei die zweite Washcoatbeschichtung so ausgerichtet ist, dass sie mit Abgas in Berührung gelangt, das mit dem ersten Washcoat in Berührung gelangt ist, und (b) einen zweiten katalysierten Substratmonolith, der einen Katalysator zum selektiven Katalysieren der Reduktion von Stickstoffoxiden zu N_2 mit einem stickstoffhaltigen Reduktionsmittel umfasst und der stromab des ersten katalysierten Substratmonoliths angeordnet ist.

2. Abgassystem nach Anspruch 1, das einen Injektor zum Injizieren eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels in Abgas zwischen dem ersten katalysierten Substratmonolith und dem zweiten katalysierten Substratmonolith umfasst.

3. Abgassystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das mindestens eine PGM in der ersten Washcoatbeschichtung Platin umfasst.

4. Abgassystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei das mindestens eine PGM in der ersten Washcoatbeschichtung sowohl Platin als auch Palladium umfasst.

5. Abgassystem nach Anspruch 4, wobei das Gewichtsverhältnis Pt:Pd ≤ 2 ist.

6. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Trägermaterial mindestens ein Metalloxid, ein Molekularsieb oder ein Gemisch von beliebigen zwei oder mehr hiervon ist.

7. Abgassystem nach Anspruch 6, wobei der oder jeder Metalloxidträger aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus optional stabilisiertem Aluminiumoxid, amorphem Siliciumdioxid-Aluminiumoxid, optional stabilisiertem Zirconiumoxid, Ceroxid, Titanoxid, einem optional stabilisierten Ceroxid-Zirconiumoxid-Mischoxid

und einem Gemisch von beliebigen zwei oder mehr hiervon besteht.

8. Abgassystem nach Anspruch 6, wobei das Molekularsieb ein Alumosilicatzelolith ist.

9. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Substratmonolith ein Durchflusssubstratmonolith ist.

10. Abgassystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der erste Substratmonolith ein Filtersubstratmonolith mit Einlassoberflächen und Auslassoberflächen ist, wobei die Einlassoberflächen von den Auslassoberflächen durch eine poröse Struktur getrennt sind und wobei die erste Washcoatbeschichtung der ersten Zone auf die Einlassoberflächen appliziert ist und die zweite Washcoatbeschichtung der zweiten Zone auf die Auslassoberflächen appliziert ist.

11. Abgassystem nach Anspruch 10, wobei der Filtersubstratmonolith ein Wandstromfilter ist, wobei Einlassoberflächen des Wandstromfilters die erste Zone umfassen und wobei Auslasskanäle des Wandstromfilters die zweite Zone umfassen.

12. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Substratmonolith ein Durchflusssubstratmonolith ist.

13. Abgassystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der zweite Substratmonolith ein Filtersubstratmonolith mit Einlassoberflächen und Auslassoberflächen ist, wobei die Einlassoberflächen von den Auslassoberflächen durch eine poröse Struktur getrennt sind.

14. Abgassystem nach Anspruch 13, wobei der Filtersubstratmonolith ein Wandstromfilter ist.

15. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Washcoat einen Oxidationskatalysator oder einen NO_x -Adsorberkatalysator umfasst.

16. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das einen dritten Substratmonolith umfasst, wobei der dritte Substratmonolith ein Filtersubstratmonolith ist, wobei der dritte Substratmonolith stromab des zweiten katalysierten Substratmonoliths angeordnet ist.

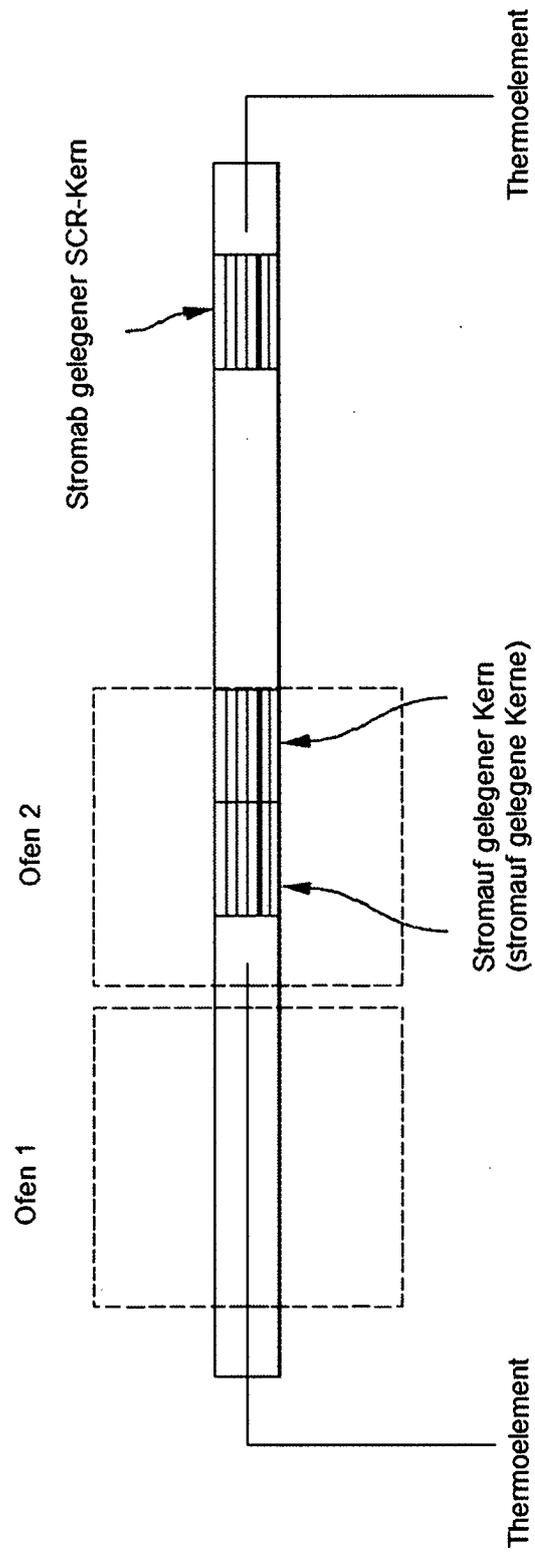
17. Abgassystem nach Anspruch 16, wobei der dritte Substratmonolith einen Oxidationskatalysator umfasst.

18. Verbrennungsmotor speziell für ein Fahrzeug, der ein Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

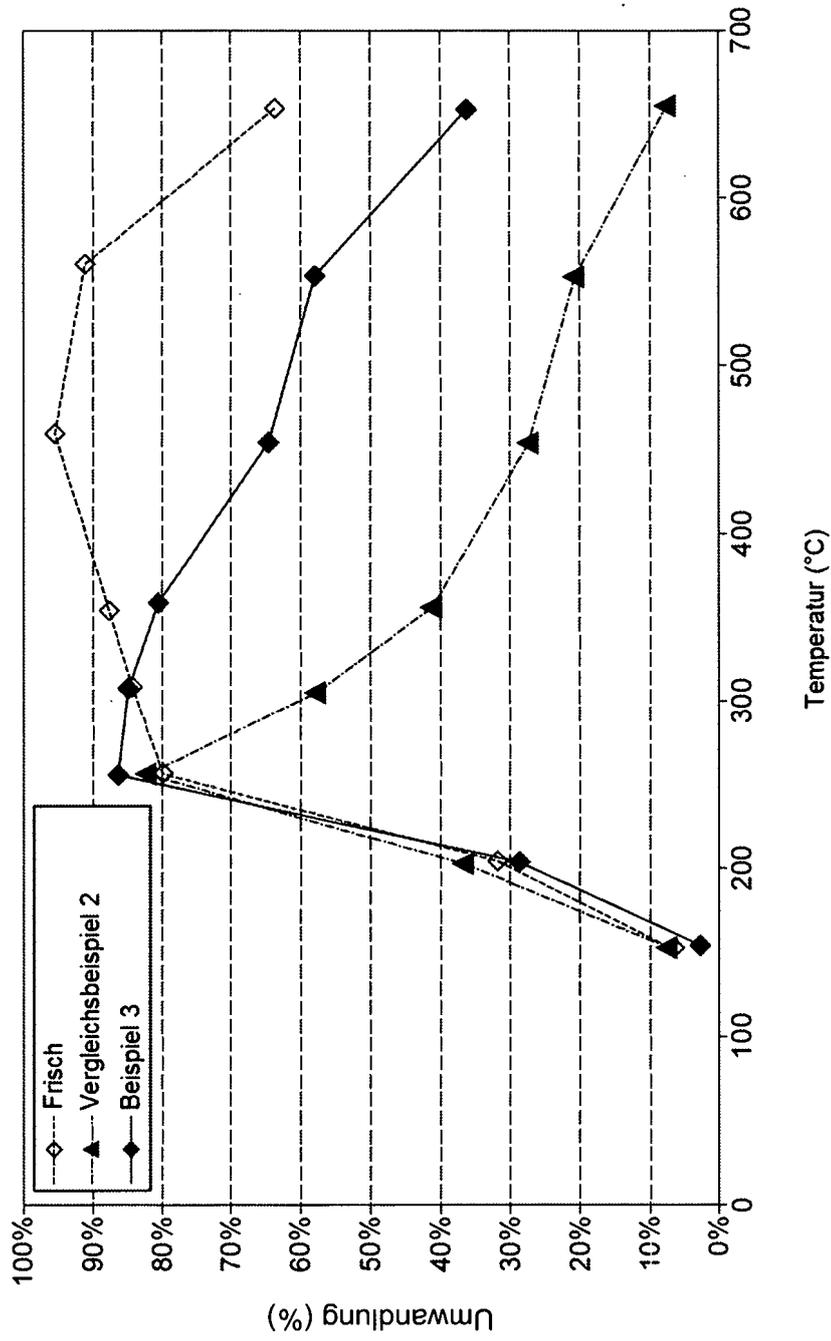
19. Verfahren zur Verringerung oder Verhinderung eines Vergiftens eines selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysators in einem Abgassystem eines mager verbrennenden Verbrennungsmotors durch ein Metall der Platingruppe (PGM), das sich aus einer Katalysatorzusammensetzung verflüchtigen kann, die mindestens ein auf mindestens einem Trägermaterial geträgertes PGM umfasst und die auf einem Substratmonolith stromauf des SCR-Katalysators angeordnet ist, wenn die Katalysatorzusammensetzung, die das PGM umfasst, relativ extremen Bedingungen einschließlich relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wird, wobei das Verfahren ein Einfangen von verflüchtigtem PGM in einer Washcoatbeschichtung, die mindestens ein Material, das Kupfer trägt, umfasst und die auf dem gleichen Substratmonolith wie die das PGM umfassende Katalysatorzusammensetzung angeordnet ist, umfasst.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

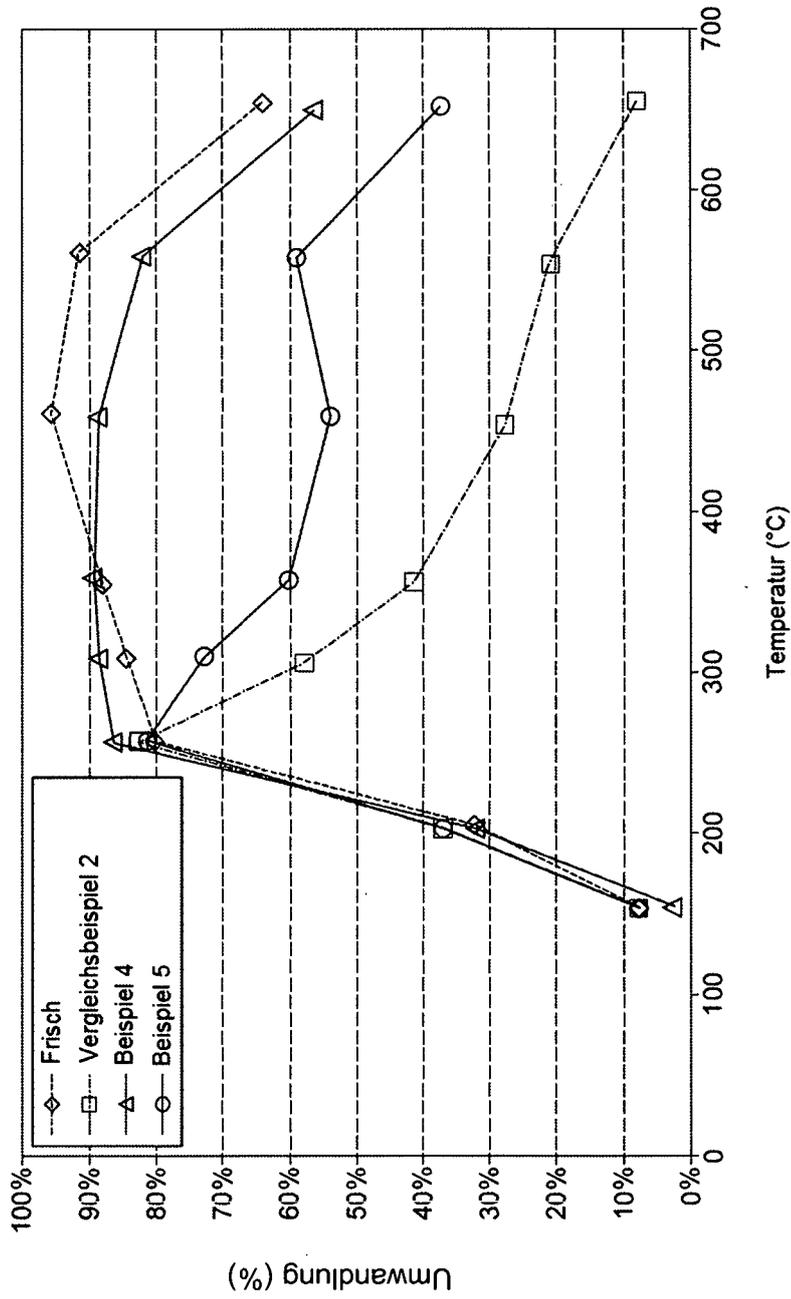
Anhängende Zeichnungen



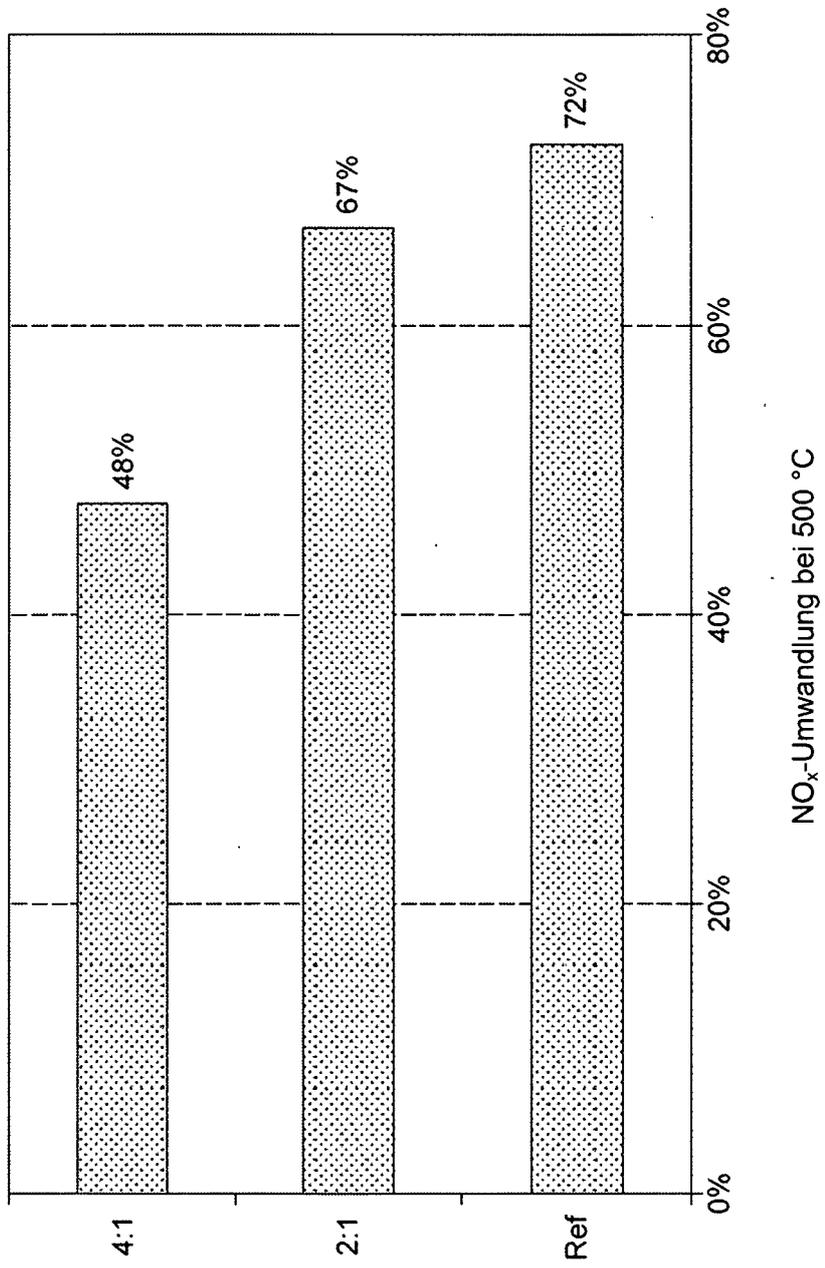
Figur 1



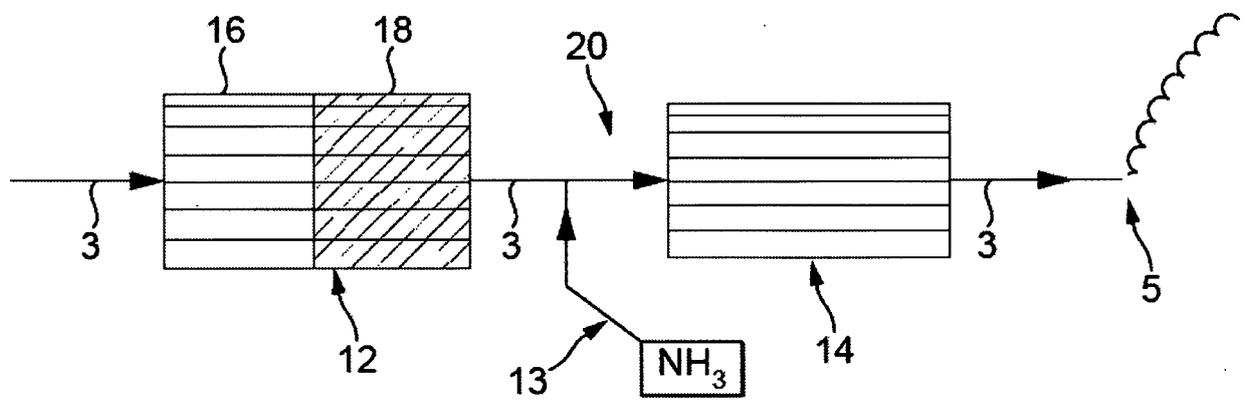
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5