



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 006 415 T2** 2008.01.10

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 633 959 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 006 415.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB2004/002643**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 742 996.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/113691**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.06.2004**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **29.12.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.03.2006**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **09.05.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F01N 3/02** (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

F01N 11/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0314242 **18.06.2003** **GB**

0314463 **23.06.2003** **GB**

0322963 **01.10.2003** **GB**

(73) Patentinhaber:

Johnson Matthey Public Ltd., Co., London, GB

(74) Vertreter:

Spott, Weinmiller & Böhm, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR**

(72) Erfinder:

**ALLANSSON, Eive Tord, S-434 96 Kungsbacka,
SE; ANDREASSON, Anders Klas, S-426 77 V
Frolunda, SE; GOERSMANN, Claus Friedrich,
Cambridge CB1 3EB, GB; LAVENIUS, Mats, S-433
30 Partille, SE; TWIGG, Martyn Vincent,
Cambridge CB3 8PQ, GB; WALKER, Andrew Peter,
Chester Springs, PA 19425, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR STEUERUNG DER REDUKTIONSMITTELZUGABE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Kontrolle der Zugabe eines Reduktionsmittels zur katalytischen Umwandlung von NO_x zu N_2 in einem Abgas eines Kraftstoffverbrennungsmotors.

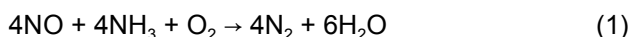
[0002] Die katalytische Reduktion von NO_x im Abgas eines Innenverbrennungsmotors zu N_2 mit einem geeigneten Reduktionsmittel ist bereits bekannt. Drei Beispiele hierfür sind eine selektive katalytische Reduktion (SCR), eine mageren NO_x Katalyse und eine Regeneration mit einer NO_x Falle.

[0003] Bei einer SCR ist das Reduktionsmittel typisch ein für NO_x spezifischer Reaktant. Dabei wird unter einem für NO_x spezifischen Reaktant hierin ein Reduktionsmittel verstanden, das unter den meisten Bedingungen NO_x präferentiell gegenüber sonstigen Komponenten eines Gasgemisches reduziert. Zu Beispielen für NO_x spezifische Reaktanten gehören stickstoffhaltige Verbindungen, wie Stickstoffhydride, beispielsweise Ammoniak (NH_3) oder Hydrazin, als solche oder über einen Präkursor für NH_3 .

[0004] Unter NH_3 Präkursor versteht man hierin eine oder mehrere Verbindungen, woraus NH_3 abgeleitet werden kann, beispielsweise durch Hydrolyse. Hierzu gehören unter anderem Harnstoff ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) als eine wässrige Lösung oder als ein Feststoff oder Ammoniumcarbamat ($\text{NH}_2\text{COONH}_4$). Wird der Harnstoff als eine wässrige Lösung verwendet, dann ist hierfür ein eutektisches Gemisch bevorzugt, beispielsweise ein Gemisch, das 32,5 % Harnstoff in Wasser enthält. In den wässrigen Lösungen können zur Erniedrigung der Kristallisationstemperatur auch Additive enthalten sein.

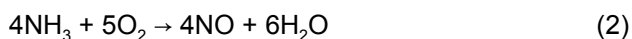
[0005] Zu bekannten Katalysatoren für eine SCR gehören Katalysatoren auf Basis von Pt, welche die Reduktion von NO_x mit NH_3 bei Temperaturen zwischen etwa 175 °C und etwa 250 °C katalysieren können, Katalysatoren auf Basis von Vanadium, beispielsweise von $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$, die im mittleren Temperaturbereich zwischen etwa 260 °C und etwa 450 °C arbeiten, und Katalysatoren auf Basis von Zeolithen, die mit einer zunehmenden Aktivität bei zunehmender Temperatur funktionieren.

[0006] In dem System NH_3 SCR laufen mehrere chemische Reaktionen ab, bei denen es sich insgesamt um wünschenswerte Reaktionen zur Reduktion von NO_x zu elementarem Stickstoff handelt. Die dabei gewünschte Gesamtreaktion entspricht der folgenden Gleichung (1).



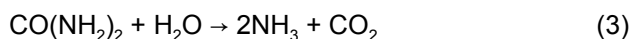
[0007] Konkurrierende und nicht selektive Reaktio-

nen mit Sauerstoff können zur Bildung von Sekundäremissionen führen oder unproduktiv NH_3 verbrauchen. Eine solche nicht selektive Reaktion ist die vollständige Oxidation von NH_3 , wie dies der folgenden Gleichung (2) zu entnehmen ist.



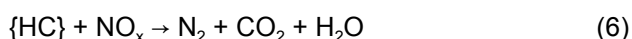
[0008] Bei niedrigeren Temperaturen, nämlich Temperaturen von unter etwa 100 bis 200 °C, kann NH_3 natürlich auch mit NO_2 unter Bildung eines explosiven Gemisches von Ammoniumnitrat (NH_4NO_3) und von Ammoniumnitrit (NH_4NO_2) reagieren. Zur Vermeidung eines Zweifels wird darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung solche Reaktionen oder die Promotion von Bedingungen, die diese bewerkstelligen, nicht umfasst. Diese Reaktion kann beispielsweise dadurch vermieden werden, dass dafür gesorgt wird, dass die Temperatur nicht unter etwa 200 °C absinkt oder dass einem Gasstrom weniger als die genaue Menge an NH_3 zugeführt wird, welche für die stöchiometrische Reaktion mit NO_x (Molverhältnis 1:1) notwendig ist.

[0009] Harnstoff hydrolysiert bei Temperaturen von über 160 °C nach der folgenden Gleichung (3) unter Freisetzung von NH_3 selbst. Ferner wird angenommen, dass Harnstoff bei dieser Temperatur und darüber zersetzt wird entsprechend der folgenden Gleichungen (4) und (5) unter Reduktion von NO_x , was durch eine Bildung von CO während der SCR Prozesse mit Harnstoff belegt wird, wozu beispielsweise hingewiesen wird auf SAE 900496 und SAE 930363.

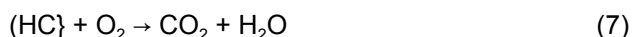


[0010] Mager- NO_x Katalysatoren (LNC) werden in der Literatur gelegentlich auch als Mager- NO_x Reduktionskatalysatoren, De NO_x Katalysatoren und NO_x Okklusionskatalysatoren bezeichnet.

[0011] Bei einer Mager- NO_x Katalyse reagieren Kohlenwasserstoffe (HC) eher mit Stickoxiden (NO_x) als mit Sauerstoff (O_2) unter Bildung von Stickstoff (N_2), Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) entsprechend der folgenden Reaktion (6).



[0012] Die kompetitive und nicht selektive Umsetzung mit Sauerstoff entspricht der folgenden Reaktion (7).



[0013] In der Literatur werden zwei bevorzugte

Gruppen an INC beschrieben, welche die gewünschte Reaktion (6) selektiv promovieren, nämlich Platin (Pt) auf Aluminiumoxid (Al_2O_3) und ein durch Kupfer (Cu) substituierter Zeolith, wie Cu/ZSM-5.

[0014] Eine typische Formulierung für eine NO_x Falle beinhaltet eine katalytische Oxidationskomponente, wie Pt, eine NO_x Lagerkomponente, wie Verbindungen von Alkalimetallen, beispielsweise Kalium und/oder Cäsium, Verbindungen von Erdalkalimetallen, wie Barium oder Strontium, oder Verbindungen von Seltenerdmetallen, typischerweise Lanthan und/oder Yttrium, und einen Reduktionskatalysator, beispielsweise Rhodium. Ein Mechanismus, der für eine NO_x Lagerung während eines mageren Betriebs eines Motors für diese Formulierung gewöhnlich angegeben wird, besteht darin, dass in einer ersten Stufe das Stickoxid mit Sauerstoff an aktiven Oxidationsstellen auf dem Pt unter Bildung von NO_2 reagiert. Die zweite Stufe beinhaltet eine Adsorption von NO_2 durch das Lagermaterial in Form eines anorganischen Nitrats.

[0015] Läuft der Motor intermittierend unter angereicherten Bedingungen oder bei erhöhten Temperaturen, dann wird das vorhandene Nitrat thermodynamisch instabil und zersetzt sich unter Bildung von NO oder NO_2 . Unter reichen Bedingungen werden diese Stickoxide durch Kohlenmonoxid, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe zu N_2 reduziert, was über den Reduktionskatalysatoren stattfinden kann.

[0016] Die anorganische NO_x Lagerkomponente ist typischerweise zwar als ein Oxid vorhanden, kann aber in Gegenwart von Luft oder Abgas mit einem Gehalt an CO_2 und H_2O auch in der Form des Carbonats oder möglicherweise des Hydroxids vorliegen. So wird vom Patentinhaber in seiner WO 00 021 647 A auch erklärt, dass NO_x spezifische Recktanzen zur Regeneration einer NO_x Falle verwendet werden können.

[0017] Die EP 0 341 832 B1 beschreibt ein Verfahren zur Verbrennung von Partikelmaterial in Dieselabgas, wobei dieses Verfahren umfasst eine Oxidation von Stickstoffmonoxid im Abgas zu Stickstoffdioxid auf einem Katalysator, eine Filtration des Partikelmaterials vom Abgas und eine Verbrennung des filtrierten Partikelmaterials im Stickstoffdioxid bis hinauf zu 400 °C. Ein solches System ist von Johnson Matthey erhältlich und wird unter der Marke CRT® vertrieben.

[0018] Für die Zwecke der vorliegenden Beschreibung wird allgemein Bezug genommen auf ein Verfahren zur katalytischen Reduktion von NO_x zu N_2 in den Abgasen von Innenverbrennungsmotoren mit einem geeigneten Reduktionsmittel als Verfahren zur Reduktion von NO_x und auf NO_x Reduktionskatalysatoren zur Promotion der Reduktion von NO_x zu N_2 als

Reduktionskatalysatoren für NO_x . Zu solchen Katalysatoren gehören SCR Katalysatoren, Mager- NO_x Katalysatoren und NO_x Fallen.

[0019] Ein Problem bei den obigen NO_x Reduktionsverfahren ist eine Steuerung der Zugabe des Reduktionsmittels. Wird zu wenig Reduktionsmittel zugeetzt, dann kann die Reduktion von NO_x ungenügend sein für die Erfüllung eines Emissionsstandards. Wird zuviel Reduktionsmittel zugegeben, dann kann dies eine Reihe an Problemen verursachen. Ist das Reduktionsmittel beispielsweise Ammoniak, dann ist dessen Freigabe an die Atmosphäre unerwünscht, da dieses ein biologisches Gift ist und einen unangenehmen Geruch hat. Durch Verwendung eines geeigneten Katalysator stromabwärts des NO_x Reduktionskatalysators kann überschüssiges Ammoniak zwar oxidiert werden, wobei dies aber zur Bildung von NO_x führt, so dass der genaue Zweck des NO_x Reduktionsverfahrens zunichte wird. Kohlenwasserstoffkraftstoffe, wie Diesel oder Gasolin, sind auch zugelassene Komponenten eines Abgases, so dass eine Emission an überschüssigem Reduktionsmittel für Kohlenwasserstoff das System dazu bringen kann, dass ein relevanter Emissionsstandard nicht erfüllt wird.

[0020] Systeme zur Kontrolle der Zugabe eines Reduktionsmittels sind bekannt, haben aber die Tendenz, dass sie sehr komplizierte Kontrollregime erfordern, bei denen multiple Sensorinputs und Prozessoren benötigt werden, um bei komplexen Algorithmen zu arbeiten. Infolgedessen sind solche Systeme sehr teuer.

[0021] Die US 2002 0194841 A beschreibt ein Verfahren zur Reduktion von NO_x Emissionen aus mit Dieselmotoren betriebenen Fahrzeugen durch externe Zuführung eines Reduktionsmittels zu einem SCR System unter Einschluss eines Reduktionskatalysators unter Föhlung eines oder mehrerer Operationsparameter des Motors, wie der Geschwindigkeit und Drehmoment mit einem Geschwindigkeits-/Last-Sensor zwecks Vorhersage einer Konzentration an NO_x Emissionen, die für die tatsächliche Menge an NO_x Emissionen indikativ ist, welche durch den Motor erzeugt werden, wenn die Temperatur des Katalysators innerhalb eines festgelegten Bereichs liegt, und durch Messung des externen Reduktionsmittels zum Katalysator unter einer Geschwindigkeit, die ausreichend ist, damit der Katalysator die berechnete Konzentration an NO_x Emissionen reduziert.

[0022] Die JP 2002 122 019 A beschreibt ein Verfahren zur Verhinderung eines thermischen Abbaus in einer NO_x Falle durch Detektion der Temperatur in der NO_x Falle und derartige Regulation der Zugabe eines Reduktionsmittels, dass die Temperatur der NO_x Falle innerhalb eines vorbestimmten Bereichs gehalten wird.

[0023] Die DE 199 13 268 A beschreibt ein System zur Überwachung der Wirksamkeit eines NO_x Reduktionskatalysators in einem Magerverbrennungsmotor, umfassend eine Kraftstoffeinleitvorrichtung zwecks Einspeisung einer vorbestimmten Kraftstoffmenge in ein Abgas stromaufwärts des Katalysators zwecks Verfügbarmachung einer Menge an chemischer Energie und, in Abhängigkeit von der Effizienz des Katalysators, um für eine Menge an thermischer Energie zu sorgen, mit Strömungssensoren und Temperatursensoren zwecks Messung der thermischen Energie, die in den Katalysator eintritt und aus diesem Katalysator austritt, und eine Datenprozessierungseinheit, die kommuniziert mit der Kraftstoffeinleitvorrichtung und den Temperatursensoren, wodurch ein Energiegleichgewicht für den Katalysator konstruiert und somit für ein Korrelationssignal gesorgt wird, das die Leistung des Katalysators anzeigt.

[0024] In JP 62 117 620 A wird ein Verfahren zur Entfernung von Stickoxiden im Abgas eines Benzinmotors beschrieben, unter Anwendung von zwei parallel angeordneten NO_x Fallen, die alternativ eingesetzt werden zur Absorption von NO_x aus dem Abgas unter der Kontrolle eines Zweiwegventils. Die Offline NO_x Falle wird dabei unter Verwendung eines geeigneten Reduktionsmittels regeneriert, wie Wasserstoff, Ammoniak, Kohlenmonoxid oder Methan.

[0025] Von Martin Elsener et al. wird unter dem Titel "Development and Evaluation of a De NO_x system based on urea SCR" in MTZ Weltweit, 11/2003, Band 64, Seiten 28 bis 31, die Verwendung eines NO_x Sensors beschrieben, der gegen Ammoniak kreuzsensitiv ist, wodurch für eine Feedback-Kontrolle einer Reduktionsmittelzufuhr in einem Abgassystem gesorgt wird, das einen SCR Katalysator enthält.

[0026] Die US 6 487 852 A beschreibt ein Verfahren und ein System zur Bestimmung, ob eine gewünschte Menge an HC tatsächlich in ein Motorabgas injiziert wird, damit es mit NO_x in einem solchen Motorabgas reagieren kann. Die Reaktion wird durch einen Katalysator erleichtert, der stromabwärts von der HC Injektion angeordnet ist. Bei diesem Verfahren und System wird zunächst eine erste Temperaturdifferenz über den Katalysator während der Reaktion gemessen. Diese erste Temperaturdifferenz wird dann mit einer erwarteten Temperaturdifferenz über den Katalysator während der Reaktion verglichen. Die Differenz in der Exothermie wird zur Einstellung der Menge an injiziertem HC und zur Diagnose eines Versagens des Injektors verwendet.

[0027] Aus US2003 020 901 A beschreibt ein Abgasreinigungssystem für einen Innenverbrennungsmotor, der verfügt über einen Teilchenfilter, eine Apparatur zur Bereitstellung eines Reduktionsmittels im Abgasstrom, einen katalytischen Konverter zur Reduktion von Stickoxid, das im Abgas vorhanden ist,

und einen stromabwärts angeordneten katalytischen Oxidationskonverter. Dabei ist ein stromaufwärtiger katalytischer Oxidationskatalysator stromaufwärts im Partikelfilter angeordnet.

[0028] Es wurden nun Verfahren zur Kalibrierung der Zugabe des Reduktionsmittels und zur Steuerung der Reduktionsmittelzugabe durch ein Feedback untersucht und dabei aufbauend ein einfaches Verfahren und ein entsprechendes System geschaffen, wodurch eine preisgünstige und effektive Reduktion von Emissionen auf Basis eines Reduktionsmittels geschaffen wird. Das dieses Verfahren verkörpernde System ist besonders relevant für den Umrüstungsmarkt.

[0029] Die vorliegende Erfindung sorgt nun für einfache Mittel zur Kontrolle der Zugabe eines Reduktionsmittels durch ein Feedback in Realzeit. Der Erfindung entsprechend ist stromabwärts vom NO_x Reduktionskatalysator ein Oxidationskatalysator angeordnet, der mit einem Reduktionsmittel kontaktiert wird. Das System ist so ausgelegt, dass das Gas über dem Oxidationskatalysator immer mager ist, was beispielsweise erforderlichenfalls durch Verwendung einer sekundären Zugabe von Luft geschehen kann. Vorzugsweise wird unterhalb einer vorbestimmten Temperatur kein Reduktionsmittel zugegeben, da die Temperatur dann so niedrig ist, dass keine Reaktion zur vollständigen Entfernung von NO_x erfolgen kann, was bedeutet, dass die Zugabe eines Reduktionsmittels so gesteuert wird, dass dieses nur dann eingespeist wird, wenn der NO_x Reduktionskatalysator aktiv ist (siehe schattierter Bereich in [Fig. 2B](#)). Oberhalb dieser Temperatur verursacht eine zunehmende Menge an Reduktionsmittel zunehmende Mengen an NO_x im zu reduzierenden Abgas. In der Praxis gibt es eine Grenze für diesen Effekt, an der die Einführung von weiterem Reduktionsmittel dann zu keiner Verbesserung mehr der NO_x Reduktion führt (siehe [Fig. 2A](#)). Auf diese Weise gibt es eine Region eines kleinen Überschusses für einen Reduktionsmittelschlupf vom NO_x Reduktionskatalysator, der einer wünschenswerten Zugabegeschwindigkeit entspricht, oberhalb welcher jegliches weitere Reduktionsmittel verschwendet wird und ein Nichterreichen eines relevanten Emissionsstandards verursachen kann.

[0030] Die gesamte Gaszusammensetzung ist auf mager zugeschnitten, so dass jeglicher Überschuss an Reduktionsmittel über den stromabwärts angeordneten Oxidationskatalysator oxidiert werden kann und die sich dadurch ergebende Exothermie zu einem Temperaturanstieg durch den Oxidationskatalysator führen kann. Die Einlasstemperatur zum Oxidationskatalysator kann während des Betriebs beachtlich schwanken, doch ist beim vorliegenden Verfahren nur der ΔT Wert von Belang, welcher eine Maßzahl des vorhandenen Überschusses am Reduktionsmit-

tel ist. Die Kontrollstrategie (wie dies in [Fig. 2B](#) gezeigt ist) beruht auf einer derartigen Einstellung der Zugabegeschwindigkeit für das Reduktionsmittel, dass der gemessene ΔT Wert innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt, der einer optimalen Entfernung von NO_x entspricht (schattierter Bereich in [Fig. 2B](#)), so dass die Zugabegeschwindigkeit an Reduktionsmittel erhöht wird, wenn ΔT zu klein ist oder erniedrigt wird, wenn ΔT größer ist als dies für eine optimale effiziente Umwandlung von NO_x erwünscht ist.

[0031] Eine Systemausführung entsprechend der Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Abgassystems für einen Magerkraftstoffmotor eines Fahrzeugs, wobei dieses System umfasst einen NO_x Reduktionskatalysator zur Reduktion von NO_x im Abgas zu N_2 mit einem geeigneten Reduktionsmittel, eine Reduktionsmittelquelle, ein Mittel zur Kontaktierung des NO_x Reduktionskatalysators mit dem Reduktionsmittel, einen Oxidationskatalysator, der stromabwärts vom NO_x Reduktionskatalysator angeordnet ist, ein Mittel zur Bestimmung der Temperaturdifferenz (ΔT) durch den Oxidationskatalysator und ein Reduktionszugabekontrollmittel, falls in Gebrauch, zur Kontrolle der Reduktionsmittelzugabe, wobei das Mittel zur Kontrolle der Reduktionsmittelzugabe die Geschwindigkeit der Reduktionsmittelzugabe so kontrolliert, dass ΔT innerhalb eines vorbestimmten Bereichs gehalten wird, und wobei das System so ausgelegt ist, dass die Zusammensetzung des Abgases über dem Oxidationskatalysator mager ist.

[0032] Eine Verfahrensausführung der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle durch Rückführung einer Zugabe eines Reduktionsmittels zu einem NO_x Reduktionskatalysator zwecks Reduktion von NO_x in einem Abgas eines Magerinnenverbrennungsmotors eines Fahrzeugs zu N_2 , umfassend eine Bereitstellung eines Oxidationskatalysators zur Oxidation des Reduktionsmittels in einem mageren Abgas stromabwärts des NO_x Reduktionskatalysators, Messung der Temperatur des Abgases am Einlass stromaufwärts des Oxidationskatalysators, Messung der Temperatur des Abgases am Auslass stromabwärts des Oxidationskatalysators, Bestimmung der Differenz zwischen der Einlasstemperatur und Auslasstemperatur (ΔT) und derartige Einstellung der Geschwindigkeit der Reduktionsmittelzugabe, dass die Differenz von ΔT innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt, wobei die Anordnung so ausgelegt ist, dass die Zusammensetzung des Abgases über dem Oxidationskatalysator mager ist.

[0033] Ein Problem bei der Anwendung der Erfindung auf Systeme, die eine NO_x Falle enthalten, ist die Notwendigkeit zur Verwendung eines reichen Abgases (nämlich $\text{Lambda} < 1$) zur Regeneration der NO_x Falle. Es werden hierin daher drei Ausführungsformen vorgeschlagen, damit sich die vorliegende Er-

findung auf solche NO_x Fallen erstrecken lässt ohne die Notwendigkeit einer Injektion von Sekundärluft.

[0034] Bei einer ersten Ausführungsform, wie sie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, sind wenigstens zwei NO_x Fallen parallel zueinander angeordnet, wovon jede mit einem Reduktionsmittelinjektor assoziiert ist. Die Raumgeschwindigkeit des Gases in h (GHSV) über jeder NO_x Falle ist abhängig vom jeweiligen Rückdruck in jeder Leitung, wobei das System normalerweise aber so ausgestaltet ist, dass die Anordnung jeweils gleich ist, so dass die GHSV in jeder Leitung praktisch die gleiche ist. Eine Regeneration der NO_x Falle wird in Reihe in den NO_x Fallen im System durchgeführt, so dass zu jedem Zeitpunkt wenigstens in eine Leitung kein Reduktionsmittel injiziert wird und dann, wenn das Abgas auf allen NO_x Fallen im System vermischt wird, seine Zusammensetzung mager ist, nämlich einem Wert $\text{Lambda} > 1$ entspricht. Das vermischte Abgas wird zum erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator geführt, wie dies oben beschrieben ist.

[0035] Bei einer in den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) gezeigten zweiten Ausführungsform ist eine NO_x Falle auf einen einzelnen Substratmonolith aufgezogen, wobei wenigstens zwei Injektoren auf der stromaufwärtigen Seite des Substratmonoliths angeordnet sind und die Vorrichtung so ausgelegt ist, dass das injizierte Reduktionsmittel zu einer speziellen Zone des Monolithsubstrats geführt wird.

[0036] Ein Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass auf dem Fahrzeug weniger Raum für eine Akkomodation des Systems erforderlich ist im Vergleich zur ersten Ausführungsform oder sonstigen Systemen, bei denen parallele NO_x Fallen verwendet werden.

[0037] Eine dritte Ausführungsform, die der zweiten Ausführungsform ähnelt, wird in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigt. Sie umfasst ein stromaufwärtiges Dreiwegklappenventil und einen Reduktionsmittelinjektor, der an einer der Seiten des Klappenventils angeordnet ist. Während der Befüllung der NO_x Falle kann das Klappenventil so getrimmt sein, dass es parallel liegt zur Richtung des Abgasstroms. Während der Regeneration wird das Klappenventil so geöffnet, dass es sich um die Seite der NO_x Falle faltet, welche das Reduktionsmittel empfängt, wodurch ein Teil des Abgasstroms von der zu regenerierenden NO_x Falle abgeleitet wird, so dass sich der Strom an darin vorhandenem Abgas reduziert.

[0038] Ein Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass der reduzierte Abgasstrom in dem Teil der zu regenerierenden NO_x Falle eine Reduktion des freigesetzten NO_x promoviert, so dass eine Regeneration effizienter durchgeführt werden kann als bei der zweiten Ausführungsform, nämlich unter einer

geringeren Menge an erforderlichem Reduktionsmittel.

[0039] Bei einer besonderen Anordnung sind die hierin beschriebenen NO_x Reduktionskatalysatoren und Systeme zur Lieferung des Reduktionsmittels stromabwärts von der in EP 0 341 832 B1 beschriebenen und oben erwähnten Anordnung angeordnet.

[0040] Die erfindungsgemäß zu verwendenden Katalysatoren sind, sofern nichts anderes gesagt ist, auf Substratmonolithe mit hoher Oberfläche aufgezogen, die aus metallischen oder keramischen Materialien oder Siliciumcarbid, beispielsweise Cordierit, hergestellt sind. Eine übliche Anordnung ist eine Honigwabenstruktur aus einem gasdurchlässigen Monolith mit etwa 100 bis 600 Zellen pro Inch² (cpsi), wie 300 bis 400 cpsi (15,5 bis 93,0 Zellen pro cm², beispielsweise 46,5 bis 62,0 cm²).

[0041] Der Innenverbrennungsmotor kann ein Dieselmotor oder ein Magergasolinmotor sein, wie ein Gasolinmotor mit direkter Injektion. Der Dieselmotor kann ein Niederleistungsmotor oder ein Hochleistungsmotor sein, wie dies von den einschlägigen Verordnungen definiert ist.

[0042] Zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung werden nun Ausführungen hiervon unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben. Darin zeigen:

[0043] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems,

[0044] [Fig. 2A](#) eine schematische grafische Darstellung von über dem NO_x Reduktionskatalysator im System von [Fig. 1](#) reduziertem NO_x gegen einen Zusatz an Reduktionsmittel,

[0045] [Fig. 2B](#) eine schematische grafische Darstellung von über den NO_x Reduktionskatalysator reduziertem NO_x im System der [Fig. 2](#) gegen ΔT , mit einem Zusatz eines Reduktionsmittels oberhalb einer kritischen Temperatur (gestrichelte Linie zur x-Achse) und einem optimalen Zusatz an Reduktionsmittel entsprechend dem festgestellten ΔT Wert (schattierter Bereich),

[0046] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung entsprechend einer Ausführungsform der Erfindung,

[0047] [Fig. 4A](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, die eine Draufsicht auf eine NO_x Falle zeigt, die einen einheitlichen Substratmonolith umfasst, und die Injektionspunkte und Einspritzzonen multipler Injektoren für ein Reduktionsmittel am stromaufwärtigen Ende des Substrats zeigt,

[0048] [Fig. 4B](#) eine schematische Ansicht eines einheitlichen Substratmonoliths, wie er in [Fig. 4A](#) gezeigt ist,

[0049] [Fig. 5](#) eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform der Erfindung, die eine NO_x Falle einschließt, in Kombination mit einem Rußverbrennungsreaktor zur Anwendung für eine Behandlung des Abgases eines Dieselmotors,

[0050] [Fig. 6](#) eine weitere Ausführungsform der Erfindung, die eine ähnliche NO_x Falle wie bei der [Fig. 5](#) umfasst, bei der aber Gebrauch gemacht wird von einem zweiteiligen Rußverbrennungsreaktor, wobei der zweite Teil einen Stromumkehrfilter beinhaltet, und

[0051] [Fig. 7A](#) (Position 123A) und [Fig. 7B](#) (Position 123B) vergrößerte Draufsichten auf ein Vierwegventil, wie es in [Fig. 6](#) verwendet wird, welche die beiden extremen Positionen des Ventils repräsentieren.

[0052] Dem ersten Aspekt der Erfindung entsprechend zeigt die [Fig. 1](#) ein Abgassystem 30 mit einem Dieselmotor 12, dem Abgasansaugrohr 14, der Abgasleitung 16 und einem NO_x Reduktionskatalysator 18, wie einem mageren NO_x Katalysator aus 5 Gew.-% Cu/ β -Zeolith, und einen Oxidationskatalysator 32, beispielsweise 1 Gew.-% Platin, auf einem γ -Aluminiumoxid-Washcoat als Träger. Ein Reduktionsmittelspeisemittel umfasst einen Injektor zur Injektion einer Menge an Dieseldieselkraftstoff in die Abgasleitung 16 stromaufwärts des Reduktionskatalysators 18. Ein Thermoelement TC1 ist stromabwärts vom NO_x Reduktionskatalysator 18 zwischen dem Katalysator 18 und dem Oxidationskatalysator 32 angeordnet, und ein zweites Thermoelement TC2 ist stromabwärts vom Oxidationskatalysator 32 angeordnet, wovon jedes eine detektierte Temperatur an einen Prozessor in der Motorkontrolleinheit (ECU – nicht gezeigt) weitergibt.

[0053] Beim Betrieb wird das Abgassystem 30 so betrieben, dass sichergestellt ist, dass das Abgas über dem Oxidationskatalysator 32 immer mager ist. Kein Reduktionsmittel 18 wird unter einer bestimmten kritischen Temperatur des Abgases zugeführt, bei welcher der NO_x Reduktionskatalysator 18 unter seiner Anspringtemperatur für die Katalysierung der NO_x Reduktion liegt. Oberhalb dieser Temperatur führt eine Erhöhung der Menge an Reduktionsmittel 18 zu erhöhten Mengen an NO_x im zu reduzierenden Abgas. Ein kleiner Überschuss an Reduktionsmittelschlupf wird über den Oxidationskatalysator 32 oxidiert, wobei die hierdurch entstehende Exothermie zu einer Erhöhung der Temperatur durch den Katalysator führt, wie eine Messung der Differenz an Temperaturen, die bei TC2 und TC1 detektiert werden, nämlich $\Delta T = TC2 - TC1$, zeigt. Die Kontrollstrategie ist

eine derartige Einstellung der Geschwindigkeit der Zugabe des Reduktionsmittels, dass die gemessene ΔT im Wesentlichen auf einem vorbestimmten Wert gehalten wird, der einem Optimum einer NO_x Entfernung entspricht. Der Reduktionsmittelstrom wird erhöht, falls ΔT zu klein ist, oder erniedrigt, falls ΔT größer ist als dies für ein Optimum einer effizienten NO_x Umwandlung erwünscht ist.

[0054] In [Fig. 3](#) wird ein Abgassystem **40** entsprechend einer zweiten Ausführungsform der Erfindung gezeigt, wobei die entsprechenden Merkmale der [Fig. 1](#) hier die gleichen Bezugszeichen haben. Zu den zusätzlichen Merkmalen, die gegenüber dem Abgassystem der [Fig. 1](#) neu und in [Fig. 3](#) gezeigt sind, gehören multiple NO_x Fallen **42**, die in parallelen Abgasleitungen **44** angeordnet sind, wobei jede Leitung über ein eigenes Reduktionsmitteleinspeismittel **20** verfügt.

[0055] Die in [Fig. 1](#) gezeigte Ausführungsform der Erfindung bereitet kein besonderes Problem bei einer Anwendung auf magere NO_x Katalysatoren oder ammoniakalische SCR Systeme, die unter mageren Bedingungen betrieben werden, wobei aber eine Regeneration der NO_x Falle **42** problematischer ist. Ein Problem, das auf der Notwendigkeit zur Regeneration einer reichen NO_x Falle resultiert, ist, dass ein stromabwärts angeordneter Oxidationskatalysator **32** keinen Überschuss an Reduktionsmittel bei einem Mangel an Sauerstoff entfernen kann. Dies kann zu hohen Emissionen an Reduktionsmittel in der Schwanzableitung führen, und auch zu weiteren möglichen Problemen.

[0056] Das Abgassystem der [Fig. 3](#) zeigt, wie es möglich ist, den Abgasstrom in zwei oder mehrere parallele Abgasleitungen **44** aufzuspalten, wovon jede über eine eigene NO_x Falle **42** und einen eigenen Reduktionsmittelinjektor **20** verfügt. Zu irgendeiner Zeit wird in wenigstens eine Leitung kein Reduktionsmittel injiziert, so dass bei einer Vermischung aller aus der NO_x Falle **42** austretenden Gasströme das erhaltene Gas insgesamt mager ist, bevor es über den stromabwärts angeordneten Oxidationskatalysator **32** strömt. Auf diese Weise wird jeglicher Überschuss an Reduktionsmitteln oxidiert, so dass die erhaltene ΔT zur Kontrolle des NO_x Reduktionssystems verwendet werden kann, wie dies oben für die Ausführungsform der [Fig. 1](#) beschrieben worden ist.

[0057] Eine dritte Ausführungsform der Erfindung ist in den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) gezeigt, wobei die Pluralität paralleler NO_x Fallen **42** der [Fig. 3](#) aber durch eine einzelne unitäre NO_x Falle **42A** ersetzt ist und durch drei Reduktionsmitteleinspeismittel **20**, die äquidistant am Abstromende der NO_x Falle angeordnet sind und ein Reduktionsmittelspray auf gegenüberliegend angeordnete Zonen **45** an der Frontseite des Substratmonoliths leiten, deren Zentren durch

die Injektionspunkte **46** definiert sind. Diese Anordnung sorgt für den gleichen Gesamteffekt wie die in [Fig. 3](#) gezeigte zweite Ausführungsform, wobei aber eine größere einzelne, nämlich unitäre, NO_x Falle verwendet wird, die mit zwei oder mehr Reduktionsmittelinjektoren ausgerüstet ist. Die Injektoren werden in einer sequentiellen Weise so betrieben, dass zu jeder Zeit nur ein Teil der NO_x Falle eine Regeneration erfährt und das aus diesem Teil austretende Gas vermischt wird mit Abgas von Teilen, die nicht regeneriert werden, wodurch für einen insgesamt mageren Gasstrom zur Oxidation auf dem Katalysator **32** gesorgt wird.

[0058] Bei der in [Fig. 5](#) gezeigten weiteren Ausführungsform gelangt ein Abgasnachbehandlungssystem **80** zur Anwendung, das einen Rußverbrennungsreaktor **120** enthält, dessen Einlass mit dem Abgasansaugrohr eines Dieselmotors (nicht gezeigt) verbunden ist. Der Reaktor **120** enthält an seinem stromaufwärtigen Teil einen Oxidationskatalysator **122**, der aus einer keramischen Honigwabenstruktur besteht, die einen auf Aluminiumoxid beruhenden Washcoat und Pt trägt. An seinem stromabwärts gelegenen Teil enthält der Reaktor **120** Wandstromfilter **124**, die aus einer für Filter geeigneten keramischen Honigwabenstruktur besteht, wobei die Passagen am Einlassende und alternativ am Auslassende geschlossen oder ungeschlossen sind und worin die Passagen am Einlassende geschlossen und am Auslassende ungeschlossen sind und umgekehrt. Eine solche Anordnung wird in EP 0 341 832 B1 beschrieben und ist als CRT[®] bekannt. Vom Auslassende des Reaktors **120** setzt sich ein Plenum **126** fort als die Arbeitskammer des Klappventils **128X, Y, Z** am Einlass des Gefäß **130** für die NO_x Falle. Das Gefäß **130** enthält die NO_x Falle **131X, Y**, die besteht aus einem Durchfluss-Keramikstruktur-Monolithsubstrat, das einen Aluminiumoxidwashcoat trägt, der Bariumoxid und metallisches Pt und Rh enthält. Der Stützpunkt des Klappventils **128X, Y, Z** ist auf die Partition **129** montiert, welche sich diametral durch die Stirnseite des Reaktors **130** erstreckt und das Gas dicht an der Stirnseite der NO_x Falle **131** versiegelt ist. Jede Region X, Y des Reaktors **130** einer jeden Seite des Ventils **128** ist mit einem Injektor **132X, Y** für das Reaktionsmittel versehen. Bei dem gezeigten vollständigen Reaktor **130** befindet sich das Ventil **128** in der zentralen Position Z. Die Positionen X und Y des Ventils sind als Intersektionen gezeigt. Dem Reaktor **130** ist ein Auslass **134** angeformt, der an die Atmosphäre oder zu einer weiteren Behandlung führt. Die Strömungsgeschwindigkeit in den beiden Hälften des Reaktors **130** werden so gesteuert, dass sich netto eine magere Zusammensetzung ergibt und dass das Gemisch bei der in den [Fig. 1](#) oder [Fig. 3](#) gezeigten Anordnung über einen Oxikat (nicht gezeigt) geführt wird.

[0059] Beim normalen Betrieb des Systems wird

das Abgas, das umfasst Wasserdampf (H_2O (g)), Stickstoff (N_2), Sauerstoff (O_2), Kohlendioxid (CO_2), unverbrannten Kohlenwasserstofftreibstoff (HC), Kohlenmonoxid (CO), Stickoxide (NO_x) und Partikelmaterial (PM), bei beispielsweise 300°C mit dem Katalysator **122** kontaktiert über den das NO zu NO_2 oxidiert wird und etwas HC und CO Wasserdampf und CO_2 oxidiert wird. Dieses Gemisch tritt dann in den Filter **124** ein, auf welchem der Großteil des PM gesammelt und durch Reaktion mit dem im Katalysator **122** gebildeten NO_2 und möglicherweise auch mit O_2 verbrannt wird. Das von PM befreite Gas wird dann einer Behandlung unterzogen in einer der 3 Arten: **128Z**: Die Regionen **130X** und **130Y** der NO_x Falle absorbieren (oder adsorbieren) beide NO_x ; **128X**: Die Region **131X** erhält eine kleine Fraktion des das Plenum **126** verlassenden Gases und eine Injektion von Dieseldieselbrennstoff bei **132X**. Sie wird einer Regeneration unterzogen, wobei der Abstrom hiervon mit dem Abstrom aus der Region **130Y** wieder vereinigt wird; die Region **131Y** erhält den überwiegenden Anteil des Gases, absorbiert NO_x und gelangt dann als Abstrom bei **134** an die Atmosphäre; **128Y**: Die Region **131Y** vollführt die bei **128X** beschriebene Aufgabe.

[0060] Das Motormanagementsystem (nicht gezeigt) verändert sich von der Region X zur Region Y, wenn die NO_x Falle **131Y** eine freie Kapazität zur Absorption von NO_x hat und umgekehrt.

[0061] Unter Bezug auf die [Fig. 6](#) wird ein alternatives Abgassystem zu dem in der [Fig. 5](#) gezeigten System beschrieben, das allgemein durch die Bezugsnummer **90** bezeichnet ist, wobei mit der [Fig. 5](#) gemeinsame Merkmale die gleichen Bezugsnummern haben, aber der Reaktor **120** nun nur den Katalysator **122** enthält. Das PM Filtergefäß, welches nun der Nummer **125** entspricht, ist ein getrenntes Gefäß **121**. Es unterscheidet sich dadurch, dass es eine Umkehr der Strömungsrichtung durch den Filter ermöglicht. Der Auslass des Reaktors **120** ist mit dem Filtergefäß **121** über das Vierwegventil **123** verbunden, das in den Positionen **123A** und **123B** (Einsatz) betrieben werden kann, um das Filter **125** von rechts nach links und von links nach rechts durchströmen zu lassen, aber ohne Blockade des Mittelpunkts, da der Mittelpunkt das Filter **125** umgeht. Der Betrieb des Ventils **123** wird auf sehr rasch eingestellt. Durch ein Verlassen des Filters **125** in eine der beiden Richtungen strömt das Gas durch das Ventil **123A** oder **123B** zur NO_x Falle **130**, was strukturell und funktionell der [Fig. 5](#) entspricht.

[0062] Eine Charakteristik moderner Dieselmotoren ist, dass das aus dem Motor kommende NO_x und/oder die Austrittstemperatur des Gases für eine passive Regeneration des Filters zu niedrig sein kann für eine Verwendung von NO_2 , das durch katalytische Oxidation von NO gemäß der Beschreibung von EP 0 341 832 81 erzeugt worden ist. Eine Lösung dieses

Problems ist eine aktive Regeneration des Filters durch Erhöhung der Temperatur im Abgassystem und somit eine Verbrennung von PM auf dem Filter und eine Aufrechterhaltung des Rückdrucks über das Filter innerhalb akzeptabler Designtoleranzen. Solche aktive Regenerationstechniken werden beispielsweise in EP 0 758 713 A beschrieben.

[0063] Ein Vorteil des in [Fig. 6](#) für die praktische Anwendung des CRT® Verfahrens beschriebenen Systems ist, dass eine Strömungsumkehr im Filter für eine derartige Klärung von PM verwendet werden kann, dass es nicht ohne weiteres zu NO_2 während eines Fahrzyklus verbraucht werden kann. Das unverbrauchte PM kann auf einem zweiten Filter, nämlich auf einem Wegwerffilter, zur Entfernung an geeigneten Zeitintervallen gesammelt werden. Somit kann diese Anordnung besonders durch den Umrüstungsmarkt angewandt werden, da er eine praktische und wirtschaftliche Alternative zur Installation teurer und kraftstoffaufwändiger aktiver Regenerationsapparaturen darstellt.

[0064] Zur Umschaltung der Richtung des Gasstroms bei der in [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsform kann ein geeignetes Vierwegventil **123** verwendet werden, wie dies in den [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) gezeigt ist. Die in diesen Figuren gezeigten Draufsichten beziehen sich auf ein im Wesentlichen zylindrisches Ventilgehäuse **100**, das im Inneren mit umlaufenden Regionen **102** mit größerem Durchmesser gebildet ist, die den Bereich einer Umkehr des rechtwinkligen Schmetterlingdeflektors **104** definieren, der über eine drehbar arbeitende Welle **106** verfügt, die sich aus dem Ventilgehäuse über eine Dichtung zu einem Aktuator (nicht gezeigt) erstreckt. Die Extremwerte des Umkehrbereichs werden durch die Stufen **108** zwischen den Regionen mit unterschiedlichem Durchmesser definiert, wie die Stufen einer Limitierung eines Gasverlusts auf dessen beabsichtigtem Weg. Darin bedeutet die Abkürzung LHS die linke Seite und die Abkürzung RHS die rechte Seite.

[0065] Die in den [Fig. 5](#), [Fig. 6](#) und 7 gezeigten Anordnungen werden wenigstens aus den im Folgenden angegebenen Gründen als unabhängige Erfindung betrachtet. Zwar ist die Anordnung eines im System liegenden Ventils zur Vermeidung eines komplizierten Pumpens als erwünscht bekannt, doch war dessen Anwendung begrenzt, da hierbei ein Ventilmechanismus im relativ heißen Abgas unter einer Korrosion leidet, was einen Austausch des Ventils vor dem Ende seiner eigentlichen Lebensdauer erfordert. Dies gilt besonders für Hochleistungsdieselfahrzeuge. Bei der vorliegenden Anordnung ist das Gas ein Dieselabgas, das, insbesondere bei modernen Motoren, nicht so heiß ist wie bei Motoren des Standes der Technik. Das Abgas weist zudem einen verhältnismäßig niedrigen Gehalt an SO_x auf, da ein Dieseldieselkraftstoff mit niedrigem Schwefelgehalt verwendet

wird. Stromabwärts vom Filter enthält das Gas relativ wenig PM, welches das Ventil verschlammen könnte. Schließlich ist das Gas mager und greift daher Stahl nicht an. Die Kombination der erwähnten Merkmale macht somit die Anordnung eines Ventils im System zu einem praktischen Vorschlag.

[0066] Sehr allgemein sind die hierin beschriebenen Systeme unter Anwendung von NO_x Fallen zwar entwickelt worden zur Schaffung einfacher Kontrollmechanismen zwecks Vorhersage der Notwendigkeit zur Durchführung einer Regeneration der NO_x Falle unter besonderer Anwendung auf Umrüstungen, doch enthalten viele Fahrzeuge bereits einen Bereich an Sensoren für den Einsatz von Daten für die ECU zwecks Steuerung anderer Aspekte für den Betrieb von Fahrzeugen. Durch geeignete Rückprogrammierung der ECU ist es aber nun möglich, einen oder mehrere dieser existierenden Sensoreingaben zwecks Vorhersagung der verbleibenden Kapazität einer NO_x Falle zu benutzen. Hierzu gehören unter anderem eine vorbestimmte oder vorhergesagte Zeit, die verlaufen ist seit einer Schlüssel-an oder vorherigen Regeneration durch Fühlung des Status eines geeigneten Zeitmessers, Luftstrom über dem TWC oder eines Vakuums im Ansaugrohr, der Zündzeit, der Motorgeschwindigkeit, der Drosselposition, der Redoxzusammensetzung des Abgases, beispielsweise durch Verwendung eines λ -Sensors, vorzugsweise eines linearen λ -Sensors, der Qualität des in den Motor injizierten Kraftstoffs und, wenn das Abgassystem einen NO_x Sensor beinhaltet, der Menge an NO_x , das stromaufwärts und/oder stromabwärts von der NO_x Falle detektiert wird. Bei Verwendung der Zeitausführung kann die vorhergesagte Zeit dann als Antwort auf den Dateneinsatz eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Abgassystem (**30, 40, 80, 90**) für einen Magerkraftstoffmotor (**12**) eines Fahrzeugs, wobei dieses System umfasst einen NO_x Reduktionskatalysator (**18, 42, 42A, 131**) zur Reduktion von NO_x im Abgas zu N_2 mit einem geeigneten Reduktionsmittel, eine Reduktionsmittelquelle, ein Mittel (**20, 132**) zur Kontaktierung des NO_x Reduktionskatalysators (**18, 42, 42A, 131**) mit dem Reduktionsmittel, einen Oxidationskatalysator (**32**), der stromabwärts vom NO_x Reduktionskatalysator (**18, 42, 42A, 131**) angeordnet ist, ein Mittel (TC1, TC2) zur Bestimmung der Temperaturdifferenz (ΔT) durch den Oxidationskatalysator (**32**) und ein Reduktionszugabekontrollmittel, falls in Gebrauch, zur Kontrolle der Reduktionsmittelzugabe, wobei das Mittel zur Kontrolle der Reduktionsmittelzugabe die Geschwindigkeit der Reduktionsmittelzugabe so kontrolliert, dass ΔT innerhalb eines bestimmten Bereichs gehalten wird, und wobei das System so ausgelegt ist, dass die Zusammensetzung des Abgases über dem Oxidationskatalysator mager ist.

2. Abgassystem nach Anspruch 1, umfassend Kontrollmittel, falls in Gebrauch, zur Zugabe eines Reduktionsmittels zum NO_x Reduktionskatalysator nur dann, wenn der NO_x Reduktionskatalysator aktiv ist.

3. Abgassystem nach Anspruch 1, worin die Geschwindigkeit der Reduktionsmittelzugabe reduziert wird, wenn ΔT zu hoch ist.

4. Abgassystem nach Anspruch 1 oder 2, worin das Reduktionsmittel ein Kohlenwasserstoff ist und der NO_x Reduktionskatalysator ein magerer NO_x Katalysator ist.

5. Abgassystem nach Anspruch 1 oder 2, worin das Reduktionsmittel ein für NO_x spezifischer Reaktant ist und der NO_x Reduktionskatalysator ein selektiver katalytischer Reduktionskatalysator (SCR) ist.

6. Abgassystem nach Anspruch 4 oder 5, worin der Katalysator ein NO_x Absorbent umfasst.

7. Abgassystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, worin der NO_x Reduktionskatalysator eine NO_x Falle (**42A, 131**) umfasst, die auf einem unitären Monolithsubstrat angeordnet ist, das Stromabwärtsende des Substrats in die Richtung des Fluidstroms unterteilt ist in wenigstens zwei Zonen (**45, 131X, 131Y**), und das Kontrollmittel, falls in Gebrauch, der Reihe nach eine Fraktion der wenigstens zwei Zonen (**45, 131X, 131Y**) mit dem Reduktionsmittel kontaktiert, während die NO_x Falle (**42A, 131**) in Linie zum Strom des Abgases bleibt.

8. Abgassystem nach Anspruch 7, worin das Mittel zur Kontaktierung der Fraktion der NO_x Falle mit dem Reduktionsmittel ein Klappventil (**128**) umfasst, das am Stromaufwärtsende des Substrats angeordnet ist und hierdurch das Substrat in wenigstens zwei Zonen (**131X, 131Y**) unterteilt.

9. Abgassystem nach Anspruch 8, umfassend einen Injektor (**132X, 132Y**), der mit jeder Zone assoziiert ist.

10. Abgassystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, worin der NO_x Reduktionskatalysator eine Mehrzahl an NO_x Fallen (**42**) umfasst, wovon jede auf einem unitären Monolithsubstrat in paralleler Anordnung angeordnet ist, jedes Substrat mit einem Reduktionsmittelinjektor (**20**) assoziiert ist und, falls im Gebrauch, die Kontrollmittel der Reihe nach wenigstens eines der parallelen Substrate mit dem Reduktionsmittel kontaktieren.

11. Verfahren zur Kontrolle durch Rückführung einer Zugabe eines Reduktionsmittels zu einem NO_x Reduktionskatalysator (**18, 42, 42A, 131**) zwecks Reduktion von NO_x in einem Abgas eines Magerkraft-

stoffmotors (12) eines Fahrzeugs zu N_2 , umfassend eine Bereitstellung eines Oxidationskatalysators (32) zur Oxidation des Reduktionsmittels in einem mageren Abgas stromabwärts des NO_x Reduktionskatalysators (18, 42, 42A, 131), eine Messung der Temperatur des Abgases am Einlass stromaufwärts des Oxidationskatalysators (32), eine Messung der Temperatur des Abgases am Auslass stromabwärts des Oxidationskatalysators (32), eine Bestimmung der Differenz zwischen der Einlasstemperatur und Auslasstemperatur (ΔT) und eine derartige Einstellung der Geschwindigkeit der Reduktionsmittelzugabe, dass die Differenz von ΔT innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt, wobei die Anordnung so ausgelegt ist, dass die Zusammensetzung des Abgases über dem Oxidationskatalysator mager ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

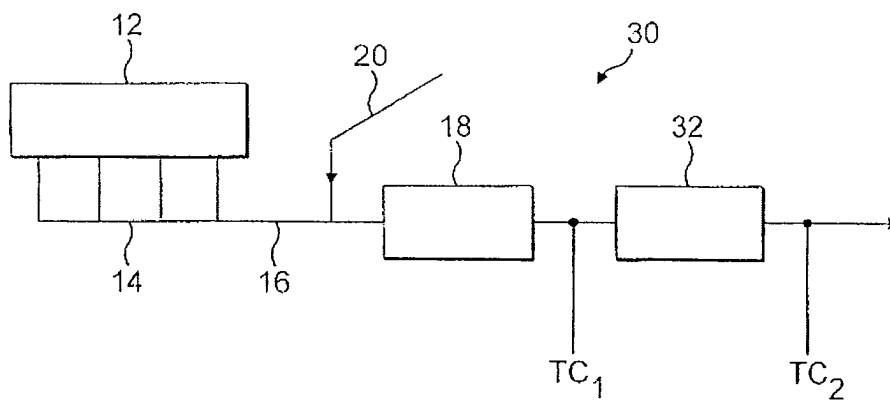


FIG. 1

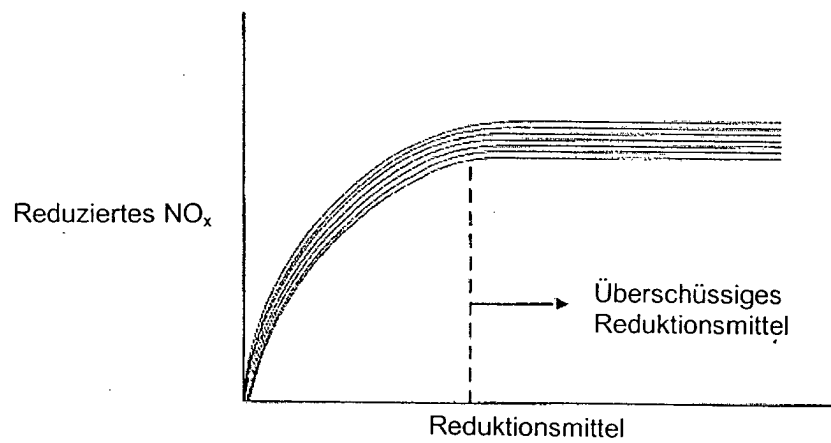


FIG. 2A

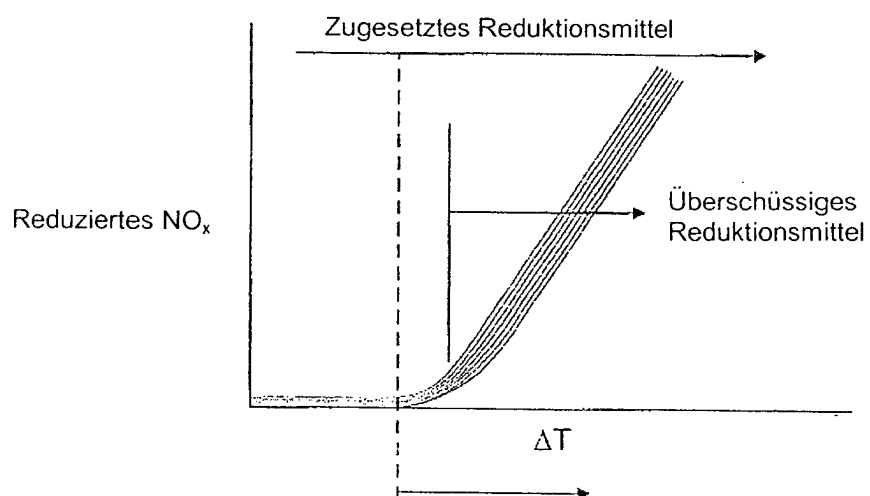


FIG. 2B

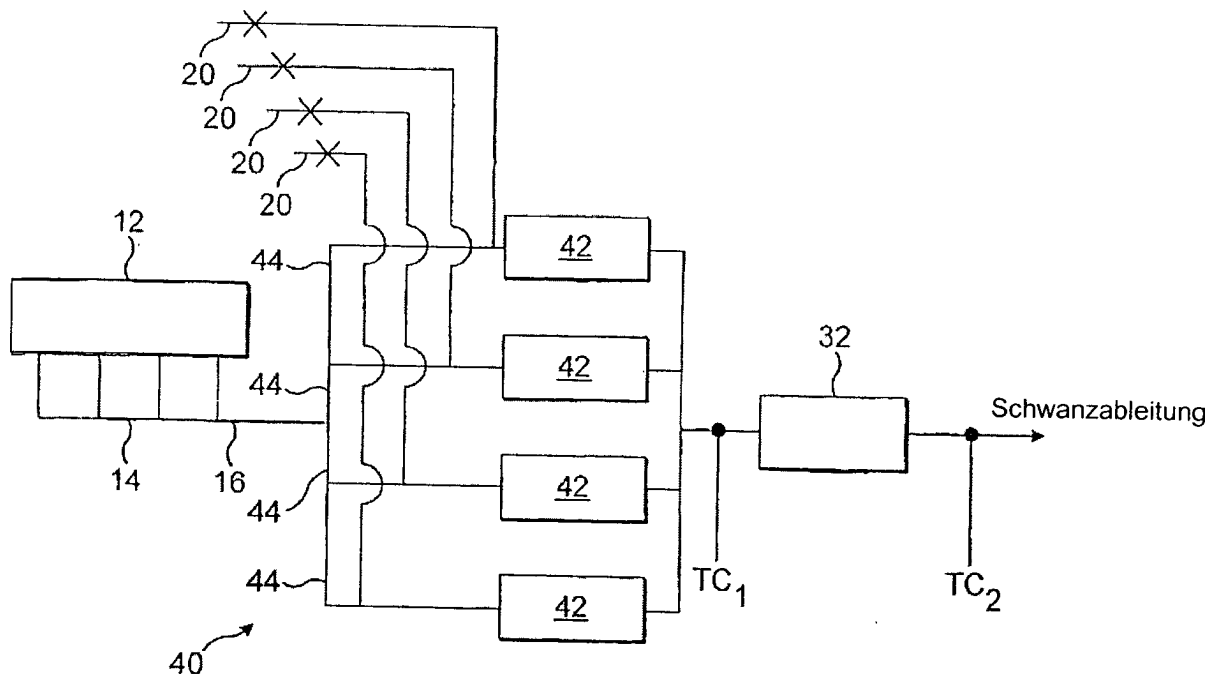


FIG. 3

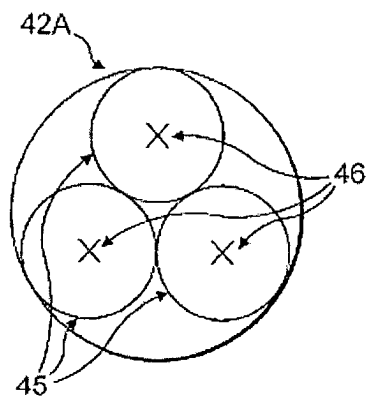


FIG. 4A

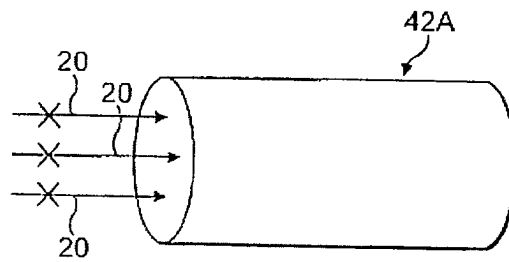


FIG. 4B

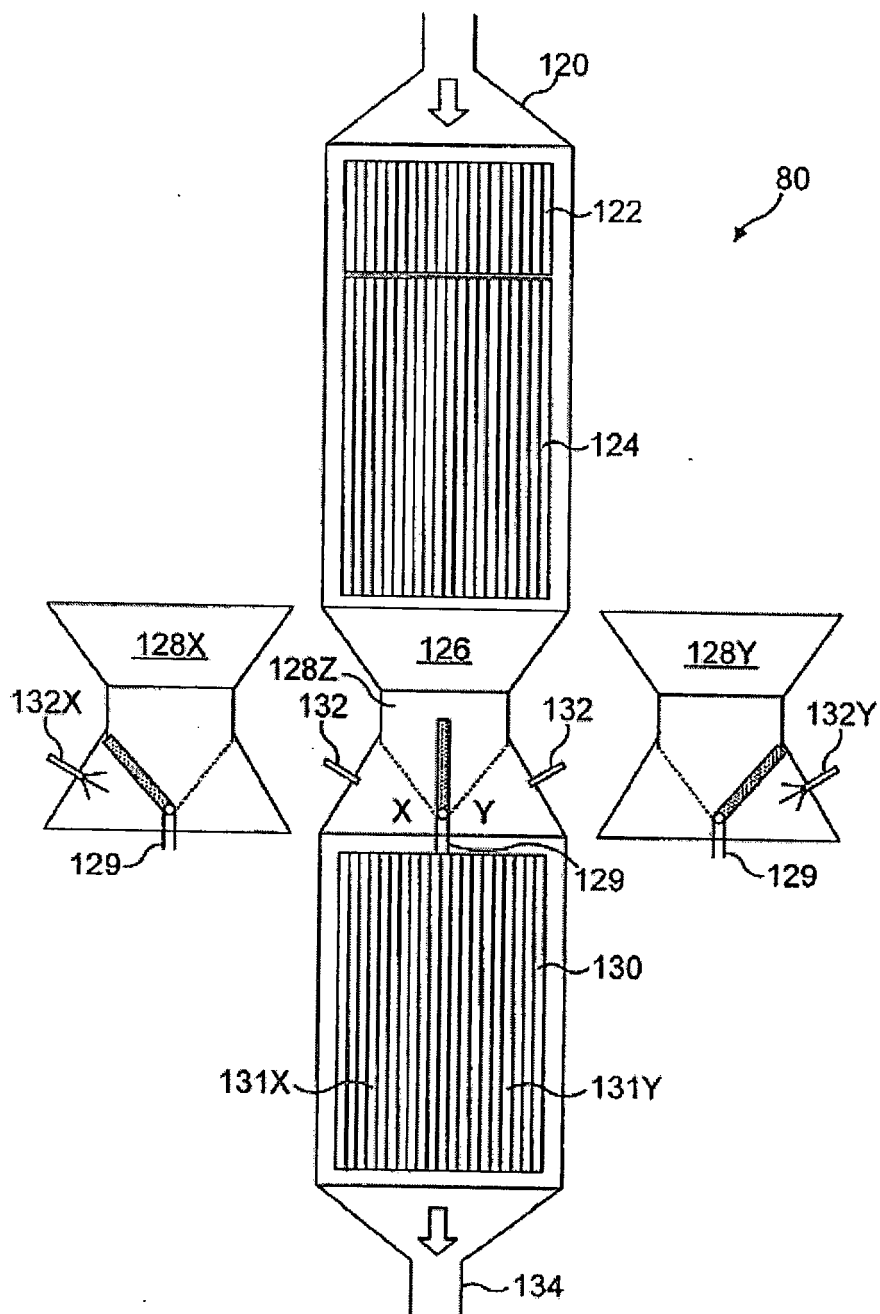


FIG. 5

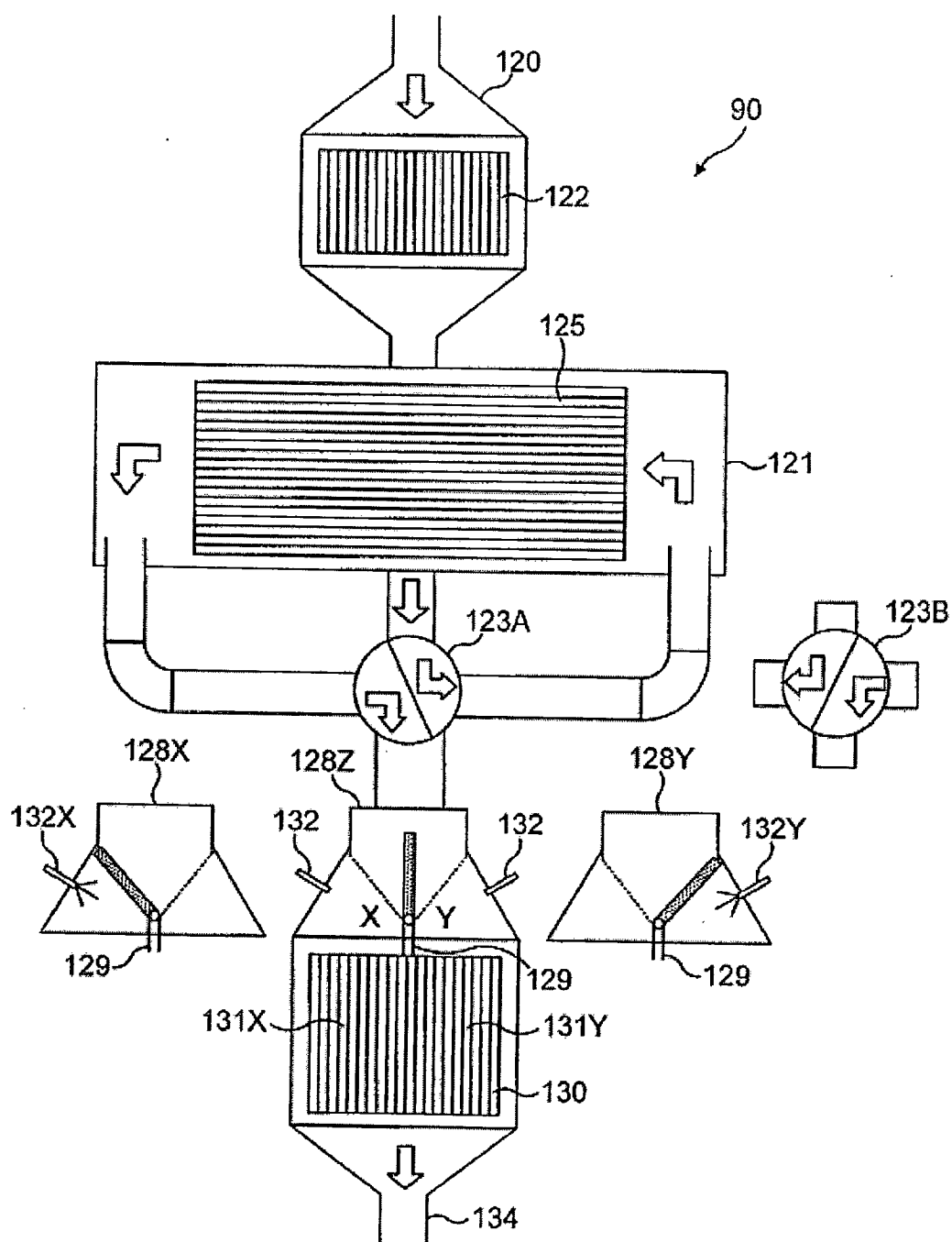


FIG. 6

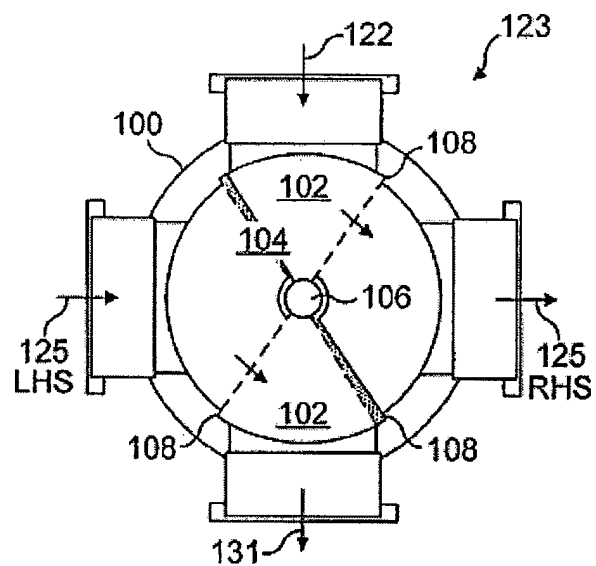


FIG. 7A

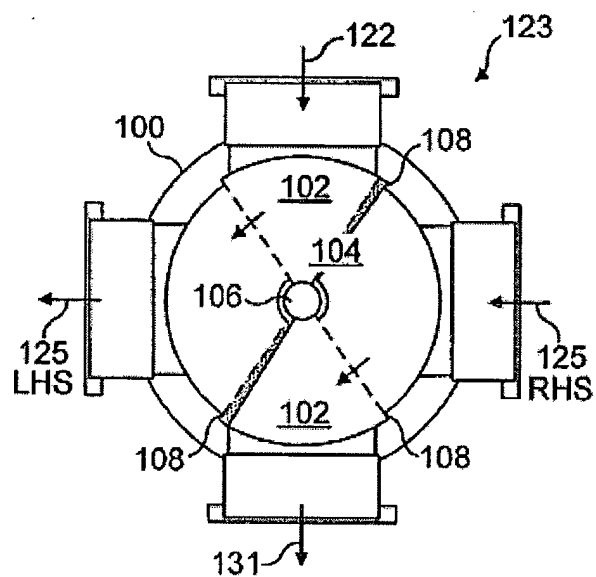


FIG. 7B