

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 501 066 A2 2006-06-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer:

A 351/2006

(51) Int. Cl.⁸: F01N 3/20 (2006.01)

(22) Anmeldetag:

02.03.2006

(43) Veröffentlicht am:

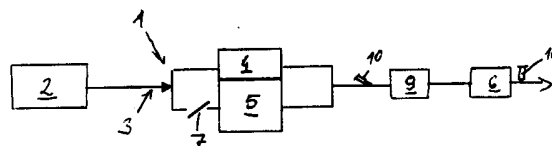
15.06.2006

(73) Patentanmelder:

AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(54) ABGASSYSTEM FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft ein Abgassystem (1) für eine Brennkraftmaschine (2), insbesondere für eine Dieselmotorkraftmaschine, mit einem Abgasstrang (3), in welchem zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist, mit zumindest einer stromabwärts eines ersten Oxidationskatalysators (4) angeordneten Denox-Einheit. Um die NO_x-Emissionen zu reduzieren ist vorgesehen, dass stromaufwärts der Denox-Einheit ein zweiter Oxidationskatalysator (5) angeordnet ist.



AT 501 066 A2 2006-06-15

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Abgassystem (1) für eine Brennkraftmaschine (2), insbesondere für eine Dieselmotorkraftmaschine, mit einem Abgasstrang (3), in welchem zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist, mit zumindest einer stromabwärts eines ersten Oxidationskatalysators (4) angeordneten Denox-Einheit. Um die NO_x -Emissionen zu reduzieren ist vorgesehen, dass stromaufwärts der Denox-Einheit ein zweiter Oxidationskatalysator (5) angeordnet ist.

Fig. 1

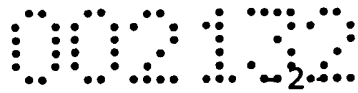
Die Erfindung betrifft ein Abgassystem für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für eine Dieselmotorkraftmaschine, mit einem Abgasstrang, in welchem zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist, mit zumindest einer stromabwärts eines ersten Oxidationskatalysators angeordneten Denox-Einheit.

NO_2 und NO sind Bestandteile des Rohabgases von Dieselmotorkraftmaschinen. Im Oxidationskatalysator, dessen primäre Aufgabe die Verbrennung von CO und HC -Resten ist, wird NO teilweise in NO_2 umgewandelt. Das sich so ergebende Verhältnis von NO_2 zu NO ist eine Funktion der Edelmetallkonzentration im Oxidationskatalysator, der Raumgeschwindigkeit, des Partialdrucks der NO_x , sowie der Temperatur im Oxidationskatalysator. NO_2 dient im Dieselpartikelfilter, der typischerweise nach dem Oxidationskatalysator durchströmt wird, als Oxidationsmittel zur permanenten Oxidation des darauf gelagerten Rußes. Als weiterer Bestandteil eines Diesel-Abgassystems kann zur Verringerung der NO_x -Emissionen eine beispielsweise durch einen SCR-Katalysator (Selective Catalytic Reduction) gebildete Denox-Einheit verwendet werden, in welchem NO_x mit Hilfe von zudosierten NH_3 reduziert wird. Sowohl die NO -, wie auch die NO_2 -Bestandteile des Abgases sollten in dieser Stufe möglichst vollständig zu N_2 reduziert werden.

Aus folgenden Gründen ist eine möglichst hohe Aktivität (entspricht hoher Edelmetallmasse) des Oxidationskatalysators wünschenswert:

- Light-off setzt früher ein;
- vollständiger Umsatz von CO und HC , auch wenn stromaufwärts zusätzlich HC zur Verbrennung im Oxidationskatalysator dosiert wird (zur Temperaturerhöhung des Abgases);
- vollständiger Umsatz auch bei Alterung des Oxidationskatalysators;
- hoher NO_2 -Partialdruck nach dem Oxidationskatalysator, um die Rußverbrennung im Dieselpartikelfilter zu verbessern;

Dem entgegen steht jedoch, dass für die katalytische Aktivität bzw. den vollständigen Umsatz der NO_x in der Denox-Einheit ein molares Verhältnis NO_2/NO von 1 vorteilhaft ist. Darüber hinaus kann ein Verhältnis $\text{NO}_2/\text{NO} > 1$ zur Entstehung von Lachgas (N_2O) in der Denox-Einheit führen. Bei einer hohen Katalysatormasse wird $\text{NO}_2/\text{NO} = 1$ aber in wesentlichen Betriebspunkten über-



schritten, das heißt, im Oxidationskatalysator wird zuviel NO in NO₂ umgewandelt.

Die JP 2005-002968 A offenbart eine Brennkraftmaschine mit einem Abgasstrang, in welchen ein leistungsfähiger Oxidationskatalysator und ein SCR-Katalysator angeordnet sind. Der Oxidationskatalysator ist über eine Bypassleitung umgehbar. Sobald die Abgastemperatur einen Wert erreicht, in welchem die Invertierungsrate des Oxidationskatalysators mindestens 50% beträgt, werden die Abgase am Oxidationskatalysator vorbeigeleitet, um exzessive Erzeugung von NO₂ zu vermeiden, welche die NO_x-Umsetzrate im SCR-Katalysator vermindern würde.

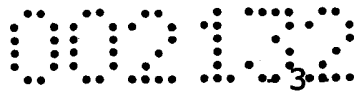
Die EP 1 357 267 A2 beschreibt eine Abgasanlage für einen Dieselmotor mit einem SCR-Katalysator im Abgasstrang, stromaufwärts von welchem ein Oxidationskatalysator und ein Hydrolysekatalysator in parallelen Strömungswegen angeordnet sind. Hydrolysekatalysator und Oxidationskatalysator werden gleichzeitig von getrennten Teilabgasströmen durchströmt. Dies ermöglicht einen kompakten Aufbau und reduzierten Abgasgegendruck.

Aufgabe der Erfindung ist es, sowohl beim Oxidationskatalysator, als auch beim SCR-Katalysator eine hohe katalytische Aktivität zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass stromaufwärts der Denox-Einheit ein zweiter Oxidationskatalysator angeordnet ist, wobei vorzugsweise erster und zweiter Oxidationskatalysator für verschiedene katalytische Aktivitäten und/oder für verschiedene Temperaturbereiche ausgelegt sind. Die Oxidationskatalysatoren weisen bevorzugt verschiedene Edelmetallmengen auf.

In einer ersten bevorzugten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass erster und zweiter Oxidationskatalysator strömungsmäßig im Abgasstrang parallel zueinander angeordnet sind, wobei vorzugsweise der Durchfluss zumindest eines Oxidationskatalysator mittels eines Stellorganes verstellbar ist. Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, dass erster und zweiter Oxidationskatalysator strömungsmäßig in Serie im Abgasstrang angeordnet sind, wobei zumindest ein Oxidationskatalysator über eine Bypassleitung umgehbar ist. Vorzugsweise ist in der Bypassleitung ein Stellorgan angeordnet. Der Katalysator mit der höheren Aktivität kann im Bedarfsfall zu- oder weggeschaltet oder nur mit einer Teilmenge an Abgas durchströmt werden.

Die beiden Oxidationskatalysatoren können in getrennten oder in einem einzigen gemeinsamen Gehäuse untergebracht werden.



In weiterer Ausführung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein Partikelfilter stromaufwärts der Denox-Einheit, vorzugsweise stromabwärts einer Zumesseinrichtung, für Reduktionsmittel angeordnet ist. Dadurch kann das Reduktionsmittel in heißeres Abgas eingesprüht und eine komplexere Mischstrecke realisiert werden.

Eine besonders genaue Kontrolle der katalytischen Aktivität kann erreicht werden, wenn das Stellorgan in Abhängigkeit des NO_x -Gehaltes im Abgas, der Temperatur des Abgases, dem Druckverlust des Dieselpartikelfilters, dem Luftmassenstrom, dem Kraftstoffmassenstrom, der Kurbelwellendrehzahl oder dergleichen modellbasiert verstellbar ist, wobei vorzugsweise stromabwärts der Denox-Einheit zumindest ein NO_x -Sensor angeordnet ist

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Abgassystem in einer ersten Ausführungsvariante und Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Abgassystem in einer zweiten Ausführungsvariante, Fig. 3 die Stickoxidumsatzrate über der Temperatur aufgetragen.

Fig. 1 zeigt ein Abgassystem 1 einer Dieselmotorkraftmaschine 2 mit einem Abgasstrang 3 in welchen ein erster Oxidationskatalysator 4 und ein zweiter Oxidationskatalysator 5 angeordnet sind. Stromabwärts der beiden Oxidationskatalysatoren 4, 5 ist eine als SCR-Katalysator 6 ausgebildete Denox-Einheit zur selektiven katalytischen Reduktion der NO_x mit Hilfe eines zudosierten Reduktionsmittels wie Harnstoff oder NH_3 angeordnet. Zwischen Zumesseinrichtung 10 und SCR-Katalysator 6 kann ein Partikelfilter 9 angeordnet sein. Der erste Oxidationskatalysator 4 weist eine geringere katalytische Aktivität auf als der zweite Oxidationskatalysator 5. Der zweite Oxidationskatalysator 5 kann bei Bedarf mittels eines Stellorgans 7 aktiviert bzw. deaktiviert werden.

Das in Fig. 2 dargestellte Abgassystem 1 unterscheidet sich von diesem dadurch, dass die ersten und zweiten Oxidationskatalysatoren 4, 5 strömungsmäßig hintereinander geschaltet sind, wobei der zweite Oxidationskatalysator 5 über eine Bypassleitung 8 umgehbar ist, in welcher das Stellorgan 7 angeordnet ist.

Bei beiden Oxidationskatalysatoren 4, 5 können voneinander getrennt oder aber in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sein.

Liegt ein erhöhter Bedarf an katalytischer Aktivität vor, so wird der zweite Oxidationskatalysator 5 mittels des Stellorgans 7 aktiviert, wodurch Abgas durch diesen hindurchgeleitet wird. Gegebenenfalls können auch mehrere Stellorgane vorgesehen sein.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm, in welchem die NO_x -Konversionsrate $\text{CONV}_{\text{NO}_x}$ in % über der Temperatur T in $^{\circ}\text{C}$ aufgetragen ist. Weiters ist das Verhältnis NO_2/NO eingezeichnet. Die Linie 20 bezeichnet die NO_x -Konversionsrate bei einem nur aus einer Denox-Einheit bestehenden Abgasnachbehandlungssystem. Die Linie 30 zeigt die NO_x -Konversionsrate für ein Nachbehandlungssystem, welches einen leistungsstarken Oxidationskatalysator und eine nachgeschaltete Denox-Einheit beinhaltet. Die Linie 35 zeigt das Verhältnis NO_2/NO für diesen Fall. Die Linie 40 beschreibt die NO_x -Konversionsrate für ein Abgasnachbehandlungssystem, welches einen hinsichtlich des Verhältnisses $\text{NO}_2/\text{NO} = 1$ optimierten Oxidationskatalysators und eine Denox-Einheit aufweist. Die Linie 45 beschreibt das Verhältnis NO_2/NO für diesen Fall. Die punktierte Linie 50 zeigt das optimale Verhältnis $\text{NO}_2/\text{NO} = 1$.

Mit den in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Abgassystemen 1 können durch stufenlose Einstellung des Stellorgans 7 alle NO_2/NO -Verhältnisse des in Fig. 3 eingezeichneten Bereiche A zwischen den Kurven 35 und 45 eingestellt werden. Die Einstellung des zum Beispiel als Klappe ausgebildeten Stellorgans 7 kann über einen stromabwärts der Denox-Einheit angeordneten NO_x -Sensor 10 geregelt verlaufen oder anhand von Messgrößen wie Temperaturen des Abgasstrangs 3, Druckverlust des Dieselpartikelfilters, Luftmassenstrom, Kraftstoffmassenstrom, Motordrehzahl und ähnlichen modellbasiert eingestellt werden.

Es ist auch möglich, die in Fig. 1 und 2 dargestellten Systeme zu kombinieren.

Der erste Oxidationskatalysator 4 enthält nur soviel Edelmetall, dass im Temperaturbereich von 200°C bis 300°C kein Einbruch des Umsatzes im SCR-Katalysator 6 erfolgt. Bei Temperaturen unter 200°C würde auf diese Weise allerdings auf einen Großteil des Umsatzes im SCR-Katalysator 6 verzichtet werden. Weiters wäre es nicht möglich, alle aus einer hohen Aktivität des Oxidationskatalysators erzielbaren Vorteile vorzunehmen. Eine hohe Aktivität des Oxidationskatalysators hat folgende Vorteile:

- Light-off setzt früher ein;
- vollständiger Umsatz von CO und HC, auch wenn stromaufwärts zusätzlich HC zur Verbrennung im Oxidationskatalysator zudosiert wird (zur Temperaturerhöhung des Abgases);
- vollständiger Umsatz auch bei Alterung des Oxidationskatalysators;
- hoher NO_2 -Partialdruck nach dem Speicherkatalysator, um die Rußverbrennung im Dieselpartikelfilter zu verbessern;

Dem entgegen steht jedoch, dass für die katalytische Aktivität bzw. den vollständigen Umsatz der NO_x in der SCR-Reaktion ein molares Verhältnis NO_2/NO von 1 vorteilhaft ist. Darüber hinaus kann ein Verhältnis $\text{NO}_2/\text{NO} > 1$ zur Entstehung von Lachgas (N_2O) in der SCR-Stufe führen. Bei einer hohen Katalysatormasse wird $\text{NO}_2/\text{NO} = 1$ in wesentlichen Betriebspunkten überschritten, das heißt, dass im Katalysator zuviel NO in NO_2 umgewandelt wird.

Aufbauend auf der beschriebenen Lösung mit zwei Oxidationskatalysatoren 4, 5 lässt sich eine Verwendung von katalytisch beschichteten Dieselpartikelfiltern (in denen katalytisch zusätzlich NO_2 nachproduziert werden würde) vermeiden, da in allen Betriebsbereichen des einströmende Gas vom Speicherkatalysator kommend schon einen ausreichend hohen NO_2 -Partialdruck hat.

In einem unbeschichteten Dieselpartikelfilter 9 verbrennt mehr oder weniger ausschließlich Kohlenstoff, nicht aber NH_3 (was in einem katalytischen Dieselpartikelfilter der Fall wäre). Daher kann als Ergänzung eine NH_3 bzw. Harnstoffdosierung mittels einer Zumesseinrichtung 10 vor dem Dieselpartikelfilter 9 folgen, obwohl der SCR-Katalysator 6 erst nach dem Dieselpartikelfilter 9 folgt. Damit lässt sich das Reduktionsmittel in ein heißeres Abgas einsprühen und eine längere und komplexere Mischstrecke realisieren, was sich günstig auf die Abmessungen des Abgassystems 1 auswirkt. Auch die bauliche Kombination von Dieselpartikelfiltern 9 und SCR-Katalysator 6 ist so möglich, weil keine Zwischenstrecke zur Zudosierung des Reduktionsmittels benötigt wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Abgassystem (1) für eine Brennkraftmaschine (2), insbesondere für eine Dieselmotorkraftmaschine, mit einem Abgasstrang (3), in welchem zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist, mit zumindest einer stromabwärts eines ersten Oxidationskatalysators (4) angeordneten Denox-Einheit, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromaufwärts der Denox-Einheit ein zweiter Oxidationskatalysator (5) angeordnet ist.
2. Abgassystem (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass erster und zweiter Oxidationskatalysator (4, 5) für verschiedene Aktivitäten und/oder für verschiedene Temperaturbereiche ausgelegt sind.
3. Abgassystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass erster und zweiter Oxidationskatalysator (4, 5) unterschiedliche Edelmetallmassen aufweisen, wobei vorzugsweise der zweite Oxidationskatalysator (5) eine größere Edelmetallmasse aufweist als der erste Oxidationskatalysator (4).
4. Abgassystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass erster und zweiter Oxidationskatalysator (4, 5) strömungsmäßig im Abgasstrang (3) parallel zueinander angeordnet sind, wobei vorzugsweise der Durchfluss durch zumindest einen, vorzugsweise dem zweiten Oxidationskatalysator (5) mittels eines Stellorgans (7) verstellbar ist.
5. Abgassystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass erster und zweiter Oxidationskatalysator (4, 5) strömungsmäßig im Abgasstrang (3) in Serie angeordnet sind, wobei vorzugsweise zumindest ein, vorzugsweise der zweite Oxidationskatalysator (5) über eine Bypassleitung (8) umgehbar ist, wobei besonders vorzugsweise in der Bypassleitung (8) ein Stellorgan (7) angeordnet ist.
6. Abgassystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass erster und zweiter Oxidationskatalysator (4, 5) in einem einzigen Gehäuse angeordnet sind.
7. Abgassystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Partikelfilter (9) stromaufwärts der Denox-Einheit, vorzugsweise stromabwärts einer Zumesseinrichtung (10), für Reduktionsmittel angeordnet ist.
8. Abgassystem (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellorgan (7) in Abhängigkeit des NO_x-Gehaltes im Ab-

000132

gas, der Temperatur des Abgases, dem Druckverlust des Dieselpartikel-
filters (9), dem Luftmassenstrom, dem Kraftstoffmassenstrom, der Kurbel-
wellendrehzahl oder dergleichen modellbasiert verstellbar ist.

9. Abgassystem (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass strom-
abwärts der Denox-Einheit zumindest ein NO_x-Sensor angeordnet ist.

~~2006-03-02~~

~~Fu/Th/Se~~



Patentanwalt

Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk

A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17

Tele. (+43 1) 892 89 33-0 Fax (+43 1) 892 89 333

e-mail: patente@babeluk.at

