

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 307 639 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.03.2006 Patentblatt 2006/11

(51) Int Cl.:
F01N 3/08 (2006.01) F02D 41/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01956310.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2001/002594

(22) Anmeldetag: **11.07.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/008582 (31.01.2002 Gazette 2002/05)

(54) **VERFAHREN UND STEUERGERÄT ZUM BETREIBEN EINES STICKOXID (NO_x)
-SPEICHERKATALYSATORS**

METHOD AND CONTROLLER FOR OPERATING A NITROGEN OXIDE (NO_x) STORAGE
CATALYST

PROCEDE ET ORGANE DE COMMANDE DE FONCTIONNEMENT D'UN CATALYSEUR
ACCUMULATEUR D'OXYDES D'AZOTE (NO_x)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **26.07.2000 DE 10036453**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.05.2003 Patentblatt 2003/19

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

(72) Erfinder:
• **SCHNAIBEL, Eberhard
71282 Hemmingen (DE)**
• **WINKLER, Klaus
71277 Rutesheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 867 604 EP-A- 0 997 626
FR-A- 2 798 425

EP 1 307 639 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, gemäß Anspruch 1, 1. Teil. Dabei werden von der Brennkraftmaschine erzeugte Stickoxide in einer ersten Betriebsphase in den Speicherkatalysator eingespeichert und in den Speicherkatalysator eingespeicherte Stickoxide in einer zweiten Betriebsphase aus dem Speicherkatalysator ausgespeichert. Der Beginn der zweiten Betriebsphase wird anhand eines Stickoxid (NOx)-Füllstands des NOx-Speicherkatalysators bestimmt, wobei der NOx-Füllstand anhand eines Stickoxid (NOx)-Einspeichermodells modelliert wird.

[0002] Die Erfindung betrifft außerdem ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, gemäß Anspruch 7, 1. Teil. Die Brennkraftmaschine kann von dem Steuergerät zwischen einer ersten Betriebsphase, in der von der Brennkraftmaschine erzeugte Stickoxide in den Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysator eingespeichert werden, und einer zweiten Betriebsphase, in der eingespeicherte Stickoxide aus dem NOx-Speicherkatalysator ausgespeichert werden, hin- und hergeschaltet werden. Das Steuergerät weist erste Mittel zum Bestimmen des Beginns der zweiten Betriebsphase anhand eines mittels eines Stickoxid (NOx)-Einspeichermodells modellierten Stickoxid (NOx)-Füllstands des NOx-Speicherkatalysators auf. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Steuerelement, insbesondere ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory, für ein derartiges Steuergerät.

[0003] Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs gemäß dem ersten Teil nach Anspruch 8. Die Brennkraftmaschine weist ein Steuergerät und einen Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysator auf. Die Brennkraftmaschine kann zwischen einer ersten Betriebsphase, in der von der Brennkraftmaschine erzeugte Stickoxide in den NOx-Speicherkatalysator eingespeichert werden, und einer zweiten Betriebsphase, in der eingespeicherte Stickoxide aus dem NOx-Speicherkatalysator ausgespeichert werden, von dem Steuergerät hin- und hergeschaltet werden. Die Brennkraftmaschine weist erste Mittel zum Bestimmen des Beginns der zweiten Betriebsphase anhand eines mittels eines Stickoxid (NOx)-Einspeichermodells modellierten Stickoxid (NOx)-Füllstands des NOx-Speicherkatalysators auf.

[0004] Außerdem betrifft die Erfindung ein Steuerelement gemäß Anspruch 6.

Stand der Technik

[0005] Bei Brennkraftmaschinen, die mit einem mageren Kraftstoff/Luft-Gemisch ($\lambda > 1$) betrieben werden können, werden Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysatoren eingesetzt, um die von der Brennkraftmaschine während einer ersten Betriebsphase (Magerbetrieb) aus-

gestoßenen Stickoxid (NOx)-Emissionen einzuspeichern. Diese erste Betriebsphase des NOx-Speicherkatalysators wird auch als Einspeicherphase bezeichnet. Mit zunehmender Dauer der Einspeicherphase nimmt der Wirkungsgrad des NOx-Speicherkatalysators ab, was zu einem Anstieg der NOx-Emissionen hinter dem NOx-Speicherkatalysator führt. Die Ursache für die Abnahme des Wirkungsgrads liegt in der Zunahme des Stickoxid (NOx)-Füllstands des NOx-Speicherkatalysators. Der NOx-Füllstand kann überwacht und nach Überschreiten eines vorgebbaren Schwellenwertes die zweite Betriebsphase des NOx-Speicherkatalysators (Ausspeicherphase) eingeleitet werden. Zum Ermitteln des NOx-Füllstands des NOx-Speicherkatalysators kann ein Stickoxid (NOx)-Einspeichermodell eingesetzt werden.

[0006] Während der zweiten Betriebsphase wird dem Abgas der Brennkraftmaschine ein Reduktionsmittel hinzugegeben, das eingespeicherte Stickoxide zu Stickstoff und Sauerstoff reduziert. Als Reduktionsmittel können bspw. Kohlenwasserstoff (HC) und/oder Kohlenmonoxid (CO) verwendet werden, die durch eine fette Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches in dem Abgas erzeugt werden können. Alternativ kann als Reduktionsmittel auch Harnstoff zu dem Abgas hinzugegeben werden. Dabei wird zur Reduktion des Stickoxids zu Sauerstoff und Stickstoff Ammoniak aus dem Harnstoff verwendet. Der Ammoniak kann per Hydrolyse aus einer Harnstofflösung gewonnen werden.

[0007] Gegen Ende der Ausspeicherphase ist ein Großteil des eingespeicherten Stickoxids reduziert und immer weniger des Reduktionsmittels trifft auf Stickoxid, das es zu Sauerstoff und Stickstoff reduzieren kann. In der Folge steigt gegen Ende der Ausspeicherphase der Anteil an Reduktionsmittel in dem Abgas hinter dem NOx-Speicherkatalysator an, der Anteil an Sauerstoff in dem Abgas hinter dem NOx-Speicherkatalysator nimmt ab. Durch eine Analyse des Abgases hinter dem NOx-Speicherkatalysator durch geeignete Abgassensoren kann das Ende der Ausspeicherphase dann eingeleitet werden, wenn der Großteil des Stickoxids aus dem NOx-Speicherkatalysator ausgespeichert worden ist.

[0008] Bei einem aus dem Stand der Technik bekannten NOx-Einspeichermodell wird der NOx-Füllstand des NOx-Speicherkatalysators in Abhängigkeit von u.a. dem NOx-Massenstrom vor dem NOx-Speicherkatalysator, dem NOx-Massenstrom hinter dem NOx-Speicherkatalysator und der Temperatur des NOx-Speicherkatalysators bestimmt. Aus diesen Größen wird ein Wirkungsgrad des NOx-Speicherkatalysators bestimmt, der multipliziert mit dem NOx-Massenstrom vor dem NOx-Speicherkatalysator aufintegriert den aktuellen NOx-Füllstand liefert. Sobald der NOx-Füllstand den vorgebbaren Schwellenwert überschreitet, wird die zweite Betriebsphase eingeleitet. Der Wirkungsgrad des NOx-Speicherkatalysators nimmt bei konstanten Randbedingungen mit zunehmendem NOx-Füllstand ab.

[0009] Nach der EP-A-0 997 626 wird die Menge des gespeicherten NOx in einem Speicherkatalysator 5 einer

Brennkraftmaschine geregelt, wobei ein Einspeichermodell mit einem geregelten Parameter Alpha vorgesehen ist. Dieser Parameter Alpha wird mit einem Regler integrierend verändert wenn die gemessenen (Sauerstoff -) Sensor- Spannung V stromab des Speichers 5 während der Entleerung des Speichers 5 zu einem Zeitpunkt $t < t_3$ (nicht) den Schwellwert für ein fettes Gemisch erreicht.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den NOx-Füllstand eines NOx-Speicherkatalysators mit Hilfe eines NOx-Einspeichermodells und damit Anfang und Ende der zweiten Betriebsphase (Aus-speicherphase) möglichst genau und zuverlässig bestimmen zu können, um eine optimale Abgasqualität zu gewährleisten. Diese Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

Vorteile der Erfindung

[0011] Erfindungsgemäß wird also vorgeschlagen, das NOx-Einspeichermodell durch einen gemessenen Wert zu korrigieren. Aus dem gemessenen Wert kann ein Korrekturfaktor für das NOx-Einspeichermodell gewonnen werden, der zu Diagnosezwecken herangezogen werden kann. Durch den gemessenen Wert des NOx-Füllstands kann der mit

[0012] Hilfe des NOx-Einspeichermodells modellierte NOx-Füllstand korrigiert und damit auch der Anfang und das Ende der zweiten Betriebsphase mit einer wesentlich höheren Genauigkeit bestimmt werden. Das wiederum erlaubt es, an die Grenze der Speicherkapazität des NOx-Speicherkatalysators zu gehen, d. h. die Speicherkapazität des NOx-Speichers voll auszunutzen ohne sie zu überschreiten, was zu einer deutlich verbesserten Abgasqualität führt. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das NOx-Einspeichermodell bzw. der Anfang und das Ende der zweiten Betriebsphase den tatsächlichen Emissionen der Brennkraftmaschine angepaßt.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der erste Wert des NOx-Massenstroms hinter dem NOx-Speicherkatalysator mittels eines NOx-Sensors gemessen wird.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass ein zweiter Wert des NOx-Massenstroms hinter dem NOx-Speicherkatalysator dem NOx-Einspeichermodell entnommen wird und das NOx-Einspeichermodell in Abhängigkeit der beiden Werte des NOx-Massenstroms korrigiert wird.

[0015] Vorteilhafterweise wird eine Differenz der beiden Werte der NOx-Massenströme gebildet und das NOx-Einspeichermodell in Abhängigkeit der Differenz korrigiert.

[0016] Vorteilhafterweise wird der NOx-Füllstand durch Integration des Produkts aus dem NOx-Massenstrom vor dem NOx-Speicherkatalysator und einem Wir-

kungsgrad des NOx-Speicherkatalysators in dem NOx-Einspeichermodell, ermittelt. Der Wirkungsgrad des NOx-Speicherkatalysators wird bspw. in Abhängigkeit des NOx-Massenstroms vor dem NOx-Speicherkatalysator und von der Temperatur des NOx-Speicherkatalysators ermittelt.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Differenz der beiden Werte des NOx-Massenstroms hinter dem NOx-Speicherkatalysator einem Regler zugeführt wird und das NOx-Einspeichermodell in Abhängigkeit einer Stellgröße des Reglers korrigiert wird. Der Regler ist vorzugsweise als integrierender (I) -Regler ausgebildet. Das Ausgangssignal des nach dem NOx-Speicherkatalysator angeordneten NOx-Sensors wird also nicht direkt, bspw. über den Absolutwert, die Steigung o.ä., ausgewertet, sondern dient zur Regelung des NOx-Einspeichermodells mittels des I-Reglers.

[0018] Schließlich wird vorgeschlagen, dass das NOx-Einspeichermodell in Abhängigkeit von dem Wirkungsgrad des NOx-Speicherkatalysators als der Stellgröße des Reglers korrigiert wird.

[0019] Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechengert, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, bspw. ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

[0020] Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird ausgehend von dem Steuergerät der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass das Steuergerät zweite Mittel zum Erfassen eines ersten Werts des Stickoxid (NOx)-Massenstroms hinter dem NOx-Speicherkatalysator und dritte Mittel zur Korrektur des NOx-Einspeichermodells in Abhängigkeit von dem erfassten ersten Wert aufweist.

[0021] Schließlich wird zur Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ausgehend von der Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschine zweite Mittel zum Erfassen eines ersten Werts des Stickoxid (NOx)-Massenstroms hinter dem NOx-Speicherkatalysator und dritte Mittel zur Korrektur des NOx-Einspeichermodells in Abhängigkeit von dem erfassten ersten Wert aufweist.

Zeichnungen

[0022] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten

und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. Es zeigen:

- Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine gemäß einer bevorzugten Ausführungsform;
- Figur 2 einen schematischen Signallaufplan eines NOx-Einspeichermodells; und
- Figur 3 einen schematischen Signallaufplan eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer bevorzugten Ausführungsform.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0023] In Figur 1 ist eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der u.a. durch den Kolben 2, ein Einlassventil 5 und ein Auslassventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

[0024] Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Kraftstoffeinspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

[0025] In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der die durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase reinigt. Bei dem Katalysator 12 handelt es sich um einen Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysator 12', der mit einem 3-Wege-Katalysator 12'' als Sauerstoffspeicher gekoppelt ist.

[0026] Ein Steuergerät 18 ist von Eingangssignalen 19 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Das Steuergerät 18 erzeugt Ausgangssignale 20, mit denen über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Unter anderem ist das Steuergerät 18 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 18 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory, ein Programm

abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

[0027] In einer ersten Betriebsart, einem sogenannten Homogenbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 11 in Abhängigkeit von dem erwünschten Drehmoment teilweise geöffnet bzw. geschlossen. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 9 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Ansaugphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Durch die gleichzeitig über die Drosselklappe 11 angesaugte Luft wird der eingespritzte Kraftstoff verwirbelt und damit in dem Brennraum 4 im Wesentlichen gleichmäßig verteilt. Danach wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch während der Verdichtungsphase verdichtet, um dann von der Zündkerze 10 entzündet zu werden. Durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs wird der Kolben 2 angetrieben. Das entstehende Drehmoment hängt im Homogenbetrieb u.a. von der Stellung der Drosselklappe 11 ab. Im Hinblick auf eine geringe Schadstoffentwicklung wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch möglichst auf $\lambda=1$ eingestellt.

[0028] In einer zweiten Betriebsart, einem sogenannten Schichtbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 11 weit geöffnet. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 9 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Verdichtungsphase in den Brennraum 4 eingespritzt, und zwar örtlich in die unmittelbare Umgebung der Zündkerze 10 sowie zeitlich in geeignetem Abstand vor dem Zündzeitpunkt. Dann wird mit Hilfe der Zündkerze 10 der Kraftstoff entzündet, so dass der Kolben 2 in der nunmehr folgenden Arbeitsphase durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs angetrieben wird. Das entstehende Drehmoment hängt im Schichtbetrieb weitgehend von der eingespritzten Kraftstoffmasse ab. Im Wesentlichen ist der Schichtbetrieb für den Leerlaufbetrieb und den Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine 1 vorgesehen. Im Schichtbetrieb ist λ üblicherweise > 1 .

[0029] Während einer ersten Betriebsphase wird die Brennkraftmaschine 1 im Schichtbetrieb betrieben und der Speicherkatalysator 12' wird mit Stickoxiden und der 3-Wege-Katalysator 12'' mit Sauerstoff beladen (Einspeicherphase). In einer zweiten Betriebsphase (Regenerationsphase) werden der Speicherkatalysator 12' und der 3-Wege-Katalysator 12'' wieder entladen, so dass sie in einem nachfolgenden Schichtbetrieb erneut Stickoxide bzw. Sauerstoff aufnehmen können (Ausspeicherphase). Während der Regenerationsphase wird vor dem Katalysator 12 ein Reduktionsmittel in das Abgas gegeben. Als Reduktionsmittel können bspw. Kohlenwasserstoffe (HC), Kohlenmonoxid (CO) oder Harnstoff verwendet werden. Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid werden im Abgas durch eine fette Gemischeinstellung (Betrieb der Brennkraftmaschine im Homogenbetrieb) erzeugt. Harnstoff kann aus einem Vorratsbehälter dem Abgas gesteuert zudosiert werden. Während der Regenerationsphase des Katalysators 12 laufen folgende Prozesse ab: Das Reduktionsmittel reduziert die gespei-

cherten Stickoxide zu Stickstoff und Sauerstoff. Diese Stoffe treten aus dem Katalysator 12 heraus, so dass sich hinter dem Katalysator 12 während der Regenerationsphase ein Sauerstoffüberschuss ergibt, obwohl die Brennkraftmaschine 1 mit einem fetten Kraftstoff/Luft-Gemisch (Sauerstoffmangel) betrieben wird.

[0030] Vor dem Katalysator 12 ist ein Sauerstoff (O₂)-Sensor 13 und nach dem Katalysator 12 ein Stickstoff (NO_x)-Sensor 14 in dem Abgasrohr 8 angeordnet. Nach dem Umschalten auf Sauerstoffmangel (Betrieb der Brennkraftmaschine 1 mit fettem Gemisch) vor dem Katalysator 12 zu Beginn der Regenerationsphase reagiert der O₂-Sensor 13 praktisch verzögerungslos. Aufgrund des während des Schichtbetriebs vorherrschenden Sauerstoffüberschusses in dem Abgas sind die Sauerstoffspeicherplätze des Katalysators 12 zunächst nahezu alle besetzt. Nach dem Umschalten auf Sauerstoffmangel zu Beginn der Regenerationsphase werden die Sauerstoffspeicherplätze sukzessive von Sauerstoff befreit, der dann aus dem Katalysator 12 austritt. Hinter dem Katalysator 12 herrscht daher nach dem Umschalten in die Regenerationsphase zunächst weiter Sauerstoffüberschuss. Nach einer von der Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators 12 abhängigen Zeitspanne ist das gesamte in dem Speicherkatalysator 12' eingespeicherte Stickoxid reduziert und der gesamte in dem Sauerstoffspeicher 12" eingespeicherte Sauerstoff entfernt, so dass auch hinter dem Katalysator 12 Sauerstoffmangel auftritt.

[0031] In Figur 2 ist ein NO_x-Einspeichermodell 30 schematisch dargestellt. Als Eingangsgrößen liegen an dem NO_x-Einspeichermodell 30 der NO_x-Massenstrom $msnovk$ vor dem Katalysator 12 und ein Wirkungsgrad η_{sp} des NO_x-Speicherkatalysators 12' an. Der Wirkungsgrad η_{sp} wird in Abhängigkeit von u.a. dem NO_x-Massenstrom $msnovk$ vor dem NO_x-Speicherkatalysator 12', einem NO_x-Massenstrom $msnonk$ hinter dem NO_x-Speicherkatalysator 12' und der Temperatur des NO_x-Speicherkatalysators 12' bestimmt. Der Wirkungsgrad η_{sp} ist eine nichtlineare Funktion des NO_x-Füllstands $mnosp$ des NO_x-Speicherkatalysators 12' und nimmt mit zunehmendem NO_x-Füllstand ab.

[0032] In einem Multiplikator 31 wird ein Produkt $mnsospe$ des NO_x-Massenstroms $msnovk$ und des Wirkungsgrads η_{sp} gebildet. Das Produkt $mnsospe$ wird in einem Integrator 32 aufintegriert. Als Ausgangssignal liefert der Integrator 32 den NO_x-Füllstand $mnosp$ des NO_x-Speicherkatalysators 12'. Dieser wird in einem Vergleicher 33 mit einem vorgebbaren Schwellwert $schw$ verglichen. Übersteigt der NO_x-Füllstand $mnosp$ den Schwellwert $schw$, wird mittels eines Regenerationssignals B_{denox} die Regenerationsphase des NO_x-Speicherkatalysators 12' eingeleitet.

[0033] In Figur 3 ist ein erfindungsgemäßes Verfahren schematisch dargestellt. Bei dem Verfahren dient ein Ausgangssignal $msnonk_s$ des hinter dem Katalysator 12 angeordneten NO_x-Sensors 14 zur Regelung des NO_x-Einspeichermodells 30. Dadurch kann der Anfang

und das Ende der zweiten Betriebsphase (Regenerationsphase) des NO_x-Speicherkatalysators 12' wesentlich genauer und zuverlässiger bestimmt werden, was zu einer deutlich verbesserten Abgasqualität führt.

[0034] Es wird ein modellierter NO_x-Massenstrom $msnonk_m$ nach dem Katalysator 12 modelliert. Der modellierte NO_x-Massenstrom $msnonk_m$ ergibt sich aus der Differenz des NO_x-Massenstroms $msnovk$ vor dem Katalysator 12 und dem Produkt des NO_x-Massenstroms $msnovk$ und dem Wirkungsgrad η_{sp} , d. h. aus $msnovk \cdot (1 - \eta_{sp})$. Der NO_x-Massenstrom $msnovk$ vor dem Katalysator 12 kann durch einen NO_x-Sensor (nicht dargestellt) gemessen oder dem NO_x-Modell entnommen werden.

[0035] Aus einer Differenz des modellierten NO_x-Massenstroms $msnonk_m$ nach dem Katalysator 12 und des durch den NO_x-Sensor 14 gemessenen NO_x-Massenstroms $msnonk_s$ nach dem Katalysator 12 wird eine Regeldifferenz 34 des in Figur 3 dargestellten Regelkreises gebildet. Die Regeldifferenz 34 wird einem integrierenden I-Regler 35 zugeführt. Statt eines I-Reglers 35 können auch beliebig andere geeignete Regler eingesetzt werden.

[0036] Eine Stellgröße 36 des I-Reglers 35 wird an ein Stellglied 37 geleitet, das eine Stellgröße 38 variiert, um auf das NO_x-Einspeichermodell 30 gezielt regelnd einzuwirken. Als Stellgröße 38 wird der Wirkungsgrad η_{sp} des NO_x-Speicherkatalysators 12' herangezogen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid (NO_x)-Speicherkatalysators (12') einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei von der Brennkraftmaschine (1) erzeugte Stickoxide (NO_x) in einer ersten Betriebsphase in den NO_x-Speicherkatalysator (12') eingespeichert und in den NO_x-Speicherkatalysator (12') eingespeicherte Stickoxide in einer zweiten Betriebsphase aus dem Nox-Speicherkatalysator (12') ausgespeichert werden, der Beginn der zweiten Betriebsphase anhand eines Stickoxid (NO_x)-Füllstandes ($mnosp$) des NO_x-Speicherkatalysators (12') bestimmt wird, der NO_x-Füllstand ($mnosp$) anhand eines Stickoxid (NO_x)-Einspeichermodells (30) modelliert wird und ein erster Wert eines Stickoxid (NO_x)-Massenstroms ($msnonk_s$) hinter dem NDx-Speicherkatalysator (12') erfasst und das NO_x-Einspeichermodell (30) in Abhängigkeit von dem erfassten ersten Wert korrigiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweiter Wert des NO_x-Massenstroms ($msnonk_m$) hinter dem NO_x-Speicherkatalysator (12') dem NO_x-Einspeichermodell (30) entnommen und eine Differenz der beiden Werte der NO_x-Massenströme ($msnonk_m - msnonk_s$) gebildet und das NO_x-Einspeichermodell (30) in Abhängigkeit der Differenz

(msnonk_m - msnok_s) korrigiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Differenz (msnonk_m - msnok_s) der beiden Werte (msnonk_m, msnok_s) einem Regler (35) zugeführt wird und das NOx-Einspeichermodell (30) in Abhängigkeit einer Stellgröße (38) des Reglers (35) korrigiert wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der NOx-Füllstand (mnosp) durch Integration des Produkts aus dem NOx-Massenstrom (msnovk) vor dem NOx-Speicherkatalysator (12') und einem Wirkungsgrad (eta_sp) des NOx-Speicherkatalysators (12') in dem NOx-Einspeichermodell (30) ermittelt wird. 10 15
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das NOx-Einspeichermodell (30) in Abhängigkeit von dem Wirkungsgrad (eta_sp) des NOx-Speicherkatalysators (12') als der Stellgröße (38) des Reglers (35) korrigiert wird. 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Wert des NOx-Massenstroms (msnonk_s) hinter dem NOx-Speicherkatalysator (12') mittels eines NOx-Sensors (14) gemessen wird. 25
6. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory oder Flash-Memory, für ein Steuergerät (18) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Rechengert, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 geeignet ist. 30 35
7. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine (1) zwischen einer ersten Betriebsphase, in der von der Brennkraftmaschine (1) erzeugte Stickoxide (NOx) in den Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysator (12') eingespeichert werden, und einer zweiten Betriebsphase, in der eingespeicherte Stickoxide aus dem NOx-Speicherkatalysator (12') ausgespeichert werden, von dem Steuergerät (18) hin- und herschaltbar ist, und das Steuergerät (18) erste Mittel zum Bestimmen des Beginns der zweiten Betriebsphase anhand eines mittels eines Stickoxid (NOx)-Einspeichermodells (30) modellierten Stickoxid (NOx)-Füllstandes (mnosp) des Speicherkatalysators (12'), zweite Mittel (14) zum Erfassen eines ersten Werts des Stickoxid (NOx)-Massenstroms (msnonk_s) hinter dem NOx-Speicherkatalysator (12') und dritte Mittel zur Korrektur des NOx-Einspeichermodells (30) in Abhängigkeit von dem erfassten ersten Wert (msnonk_s) auf- 40 45 50 55

weist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät (18) vierte Mittel zur Entnahme eines zweiten Werts des NOx-Massenstroms (msnonk_m) hinter dem NOx-Speicherkatalysator (12') aus dem NOx-Einspeichermodell (30) und fünfte Mittel zur Bildung einer Differenz der beiden Werte der NOx-Massenströme (msnonk_m - msnok_s) aufweist und die dritten Mittel das NOx-Einspeichermodell (30) in Abhängigkeit der Differenz (msnonk_m - msnok_s) korrigieren.

8. Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine (1) ein Steuergerät (18) und einen Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysator (12') aufweist und die Brennkraftmaschine (1) zwischen einer ersten Betriebsphase, in der von der Brennkraftmaschine (1) erzeugte Stickoxide (NOx) in den NOx-Speicherkatalysator (12') eingespeichert werden, und einer zweiten Betriebsphase, in der eingespeicherte Stickoxide aus dem NOx-Speicherkatalysator (12') ausgespeichert werden, von dem Steuergerät (18) hin- und herschaltbar ist, und die Brennkraftmaschine (1) erste Mittel zum Bestimmen des Beginns der zweiten Betriebsphase anhand eines mittels eines Stickoxid (NOx)-Einspeichermodells (30) modellierten Stickoxid (NOx)-Füllstandes (mnosp) des NOx-Speicherkatalysators (12'), zweite Mittel (14) zum Erfassen eines ersten Werts des Stickoxid (NOx)-Massenstroms (msnonk_s) hinter dem NOx-Speicherkatalysator (12') und dritte Mittel zur Korrektur des NOx-Einspeichermodells (30) in Abhängigkeit von dem erfassten ersten Wert (msnonk_s) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine (1) vierte Mittel zur Entnahme eines zweiten Werts des NOx-Massenstroms (msnonk_m) hinter dem NOx-Speicherkatalysator (12') aus dem NOx-Einspeichermodell (30) und fünfte Mittel zur Bildung einer Differenz der beiden Werte der NOx-Massenströme (msnonk_m - msnok_s) aufweist und die dritten Mittel das NOx-Einspeichermodell (30) in Abhängigkeit der Differenz (msnonk_m - msnok_s) korrigieren.

Claims

1. Method for operating a nitrogen oxide (NOx) storage catalytic converter (12') of an internal combustion engine (1) in particular of a motor vehicle, in which nitrogen oxides (NOx) generated by the internal combustion engine (1) are accumulated in the NOx storage catalytic converter (12') during a first operating phase and nitrogen oxides which have accumulated in the NOx catalytic converter (12') are discharged from the NOx storage catalytic converter (12') in a second operating phase, the start of the second operating phase is determined on the basis

- of a nitrogen oxide (NOx) filling level (mnosp) of the NOx storage catalytic converter (12'), the NOx filling level (mnosp) is modelled on the basis of a nitrogen oxide (NOx) accumulation model (30), and a first value of a nitrogen oxide (NOx) mass flow (msnonk_s) downstream of the NOx storage catalytic converter (12') is recorded, and the NOx accumulation model (30) is corrected as a function of the recorded first value, **characterized in that** a second value of the NOx mass flow (msnonk_m) downstream of the NOx storage catalytic converter (12') is removed from the NOx accumulation model (30), and a difference between the two values of the NOx mass flows (msnonk_m - msnok_s) is formed and the NOx accumulation model (30) is corrected as a function of the difference (msnonk_m - msnok_s).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the difference (msnonk_m - msnok_s) between the two values (msnonk_m, msnok_s) is fed to a controller (35), and the NOx accumulation model (30) is corrected as a function of a control variable (38) of the controller (35).
 3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the NOx filling level (mnosp) is determined by integrating the product of the NOx mass flow (msnovk) upstream of the NOx storage catalytic converter (12') and an efficiency (eta_sp) of the NOx storage catalytic converter (12') in the NOx accumulation model (30).
 4. Method according to Claim 2 or 3, **characterized in that** the NOx accumulation model (30) is corrected as a function of the efficiency (eta_sp) of the NOx storage catalytic converter (12') as the control variable (38) of the controller (35).
 5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the first value of the NOx mass flow (msnonk_s) downstream of the NOx storage catalytic converter (12') is measured by means of an NOx sensor (14).
 6. Control element, in particular read only memory or flash memory, for a control unit (18) of an internal combustion engine (1) in particular of a motor vehicle, on which is stored a program which can run on a computer unit, in particular on a microprocessor, and is suitable for executing a method according to one of Claims 1 to 5.
 7. Control unit (18) for an internal combustion engine (1) in particular of a motor vehicle, it being possible for the internal combustion engine (1) to be switched by the control unit (18) between a first operating phase, in which nitrogen oxides (NOx) generated by the internal combustion engine (1) are accumulated in the nitrogen oxide (NOx) storage catalytic converter (12'), and a second operating phase, in which accumulated nitrogen oxides are discharged from the NOx storage catalytic converter (12'), and the control unit (18) having first means for determining the start of the second operating phase on the basis of a nitrogen oxide (NOx) filling level (mnosp) of the storage catalytic converter (12'), which has been modelled by means of a nitrogen oxide (NOx) accumulation model (30), second means (14) for recording a first value of the nitrogen oxide (NOx) mass flow (msnonk_s) downstream of the NOx storage catalytic converter (12'), and third means for correcting the NOx accumulation model (30) as a function of the recorded first value (msnonk_s), **characterized in that** the control unit (18) has fourth means for removing a second value of the NOx mass flow (msnonk_m) downstream of the NOx storage catalytic converter (12') from the NOx accumulation model (30) and fifth means for forming a difference between the two values of the NOx mass flows (msnonk_m - msnok_s), and the third means correct the NOx accumulation model (30) as a function of the difference (msnonk_m - msnok_s).
 8. Internal combustion engine (1) in particular of a motor vehicle, the internal combustion engine (1) having a control unit (18) and a nitrogen oxide (NOx) storage catalytic converter (12'), and it being possible for the internal combustion engine (1) to be switched by the control unit (18) between a first operating phase, in which nitrogen oxides (NOx) generated by the internal combustion engine (1) are accumulated in the NOx storage catalytic converter (12'), and a second operating phase, in which accumulated nitrogen oxides are discharged from the NOx storage catalytic converter (12'), and the internal combustion engine (1) having first means for determining the start of the second operating phase on the basis of a nitrogen oxide (NOx) filling level (mnosp) of the NOx storage catalytic converter (12'), which has been modelled by means of a nitrogen oxide (NOx) accumulation model (30), second means (14) for recording a first value of the nitrogen oxide (NOx) mass flow (msnonk_s) downstream of the NOx storage catalytic converter (12') and third means for correcting the NOx accumulation model (30) as a function of the recorded first value (msnonk_s), **characterized in that** the internal combustion engine (1) has fourth means for removing a second value of the NOx mass flow (msnonk_m) downstream of the NOx storage catalytic converter (12') from the NOx accumulation model (30) and fifth means for forming a difference between the two values of the NOx mass flows (msnonk_m - msnok_s), and the third means correct the NOx accumulation model (30) as a function of the difference (msnonk_m - msnok_s).

Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'un catalyseur de stockage (12'), d'oxyde d'azote (NOx) d'un moteur à combustion interne (1), en particulier dans un véhicule automobile, les oxydes d'azote (NOx) produits par le moteur à combustion interne (1) étant stockés, au cours d'une première phase de fonctionnement, dans le catalyseur de stockage de NOx (12') et les oxydes d'azote stockés dans le catalyseur de stockage de NOx (12') étant sortis, au cours d'une seconde phase de fonctionnement, extraits de ce catalyseur de stockage de NOx (12'), le début de la seconde phase de fonctionnement étant défini à l'aide d'un niveau de remplissage (mnosp) d'oxyde d'azote (NOx) du catalyseur de stockage de NOx (12'), en modélisant le niveau de remplissage de NOx (mnosp) au moyen d'un modèle de stockage (30) d'oxyde d'azote (NOx), en saisissant une première valeur d'un débit massique (msnonk_s) d'oxyde d'azote (NOx) derrière le catalyseur de stockage de NOx (12') et en corrigeant, le modèle de stockage de NOx (30) en fonction de la première valeur saisie, **caractérisé en ce qu'**
on extrait du modèle de stockage de NOx (30) une seconde valeur du débit massique de NOx (msnonk_m) derrière le catalyseur de stockage de NOx (12'), on forme une différence entre les deux valeurs des débits massiques de NOx (msnonk_m - msnok_s) et on corrige le modèle de stockage de NOx (30) en fonction de cette différence (msnonk_m - msnok_s).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
la différence (msnonk_m - msnok_s) des deux valeurs (msnonk_m, msnok_s) est acheminée vers un régulateur (35) et le modèle de stockage de NOx (30) est corrigé en fonction d'une grandeur de commande (38) du régulateur (35).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**
le niveau de remplissage de NOx (mnosp) est déterminé par intégration du produit du débit massique de NOx (msnovk) avant le catalyseur de stockage de NOx (12') et d'un rendement (eta_sp) du catalyseur de stockage de NOx (12') dans le modèle de stockage de NOx (30).
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que**
le modèle de stockage de NOx (30) est corrigé en fonction du rendement (eta_sp) du catalyseur de stockage de NOx (12') sous la forme de la grandeur de commande (38) du régulateur (35).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce que

la première valeur du débit massique de NOx (msnonk_s) derrière le catalyseur de stockage de NOx (12') est mesurée au moyen d'un capteur de NOx (14).

6. Élément de commande, en particulier mémoire morte (RAM) ou mémoire flash (flash memory), pour un appareil de commande (18) d'un moteur à combustion interne (1), en particulier dans un véhicule automobile, sur lequel est enregistré un programme capable de fonctionner sur un calculateur, en particulier sur un microprocesseur, et destiné à exécuter un procédé selon l'une des revendications 1 à 5.
7. Appareil de commande (18) pour un moteur à combustion interne (1), en particulier dans un véhicule automobile, le moteur à combustion interne (1) pouvant être activé alternativement par l'appareil de commande (18) entre une première phase de fonctionnement, dans laquelle les oxydes d'azote (NOx) produits par le moteur à combustion interne (1) sont stockés dans le catalyseur de stockage (12') d'oxyde d'azote (NOx), et une seconde phase de fonctionnement, dans laquelle les oxydes d'azote stockés sont extraits du catalyseur de stockage de NOx (12'), l'appareil de commande (18) présentant des premiers moyens pour définir le début de la seconde phase de fonctionnement à l'aide d'un niveau de remplissage (mnosp) d'oxyde d'azote (NOx) du catalyseur de stockage (12') modélisé au moyen d'un modèle de stockage (30) d'oxyde d'azote (NOx), des seconds moyens (14) pour saisir une première valeur du débit massique (msnonk_s) d'oxyde d'azote (NOx) derrière le catalyseur de stockage de NOx (12') et des troisièmes moyens pour corriger le modèle de stockage de NOx (30) en fonction de la première valeur saisie (msnonk_s), **caractérisé en ce que**
l'appareil de commande (18) présente des quatrièmes moyens pour extraire du modèle de stockage de NOx (30) une seconde valeur du débit massique de NOx (msnonk_m) derrière le catalyseur de stockage de NOx (12') et des cinquièmes moyens pour former une différence des deux valeurs de débits massiques de NOx (msnonk_m - msnok_s), et les troisièmes moyens corrigent le modèle de stockage de NOx (30) en fonction de cette différence (msnonk_m - msnok_s).
8. Moteur à combustion interne (1), en particulier dans un véhicule automobile, ce moteur à combustion interne (1) présentant un appareil de commande (18) et un catalyseur de stockage (12') d'oxyde d'azote (NOx), et pouvant être activé alternativement par l'appareil de commande (18) entre une première phase de fonctionnement, dans laquelle les oxydes d'azote (NOx) produits par le moteur à combustion

interne (1) sont stockés dans le catalyseur de stockage de NOx (12'), et une seconde phase de fonctionnement, dans laquelle les oxydes d'azote stockés sont extraits du catalyseur de stockage de NOx (12'), avec des premiers moyens pour définir le début de la seconde phase de fonctionnement à l'aide d'un niveau de remplissage (mnosp) d'oxyde d'azote (NOx) du catalyseur de stockage de NOx (12') modélisé au moyen d'un modèle de stockage (30) d'oxyde d'azote (NOx), des seconds moyens (14) pour saisir une première valeur du débit massique (msnonk_s) d'oxyde d'azote (NOx) derrière le catalyseur de stockage de NOx (12') et des troisièmes moyens pour corriger le modèle de stockage de NOx (30) en fonction de la première valeur saisir (msnonk_s),

caractérisé en ce que

le moteur à combustion interne (1) présente des quatrièmes moyens pour prélever du modèle de stockage de NOx (30) une seconde valeur du débit massique de NOx (msnonk_m) derrière le catalyseur de stockage de NOx (12') et des cinquièmes moyens pour former une différence des deux valeurs de débits massiques de NOx (msnonk_m - msnok_s), et les troisièmes moyens corrigent le modèle de stockage de NOx (30) en fonction de cette différence (msnonk_m - msnok_s).

30

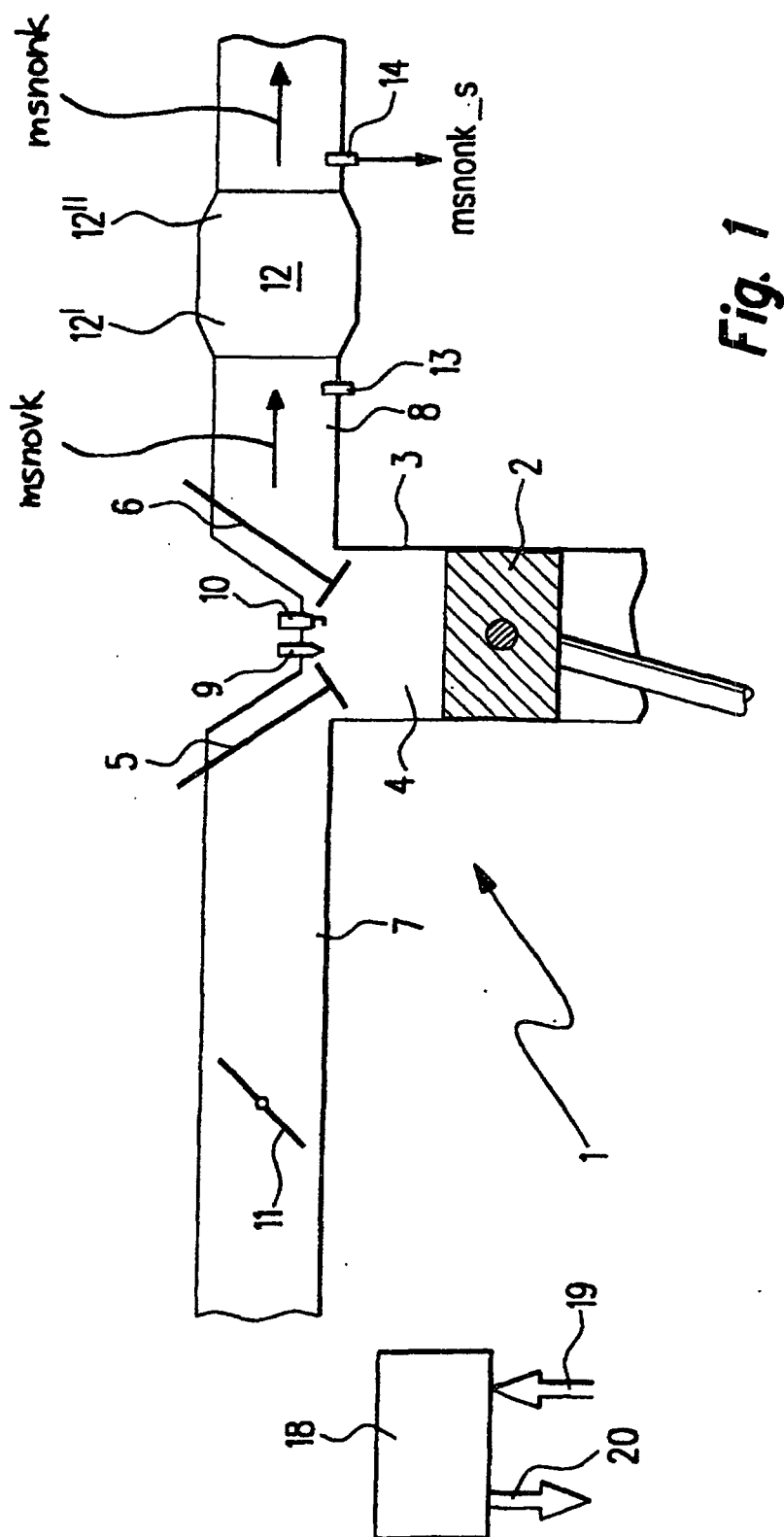
35

40

45

50

55



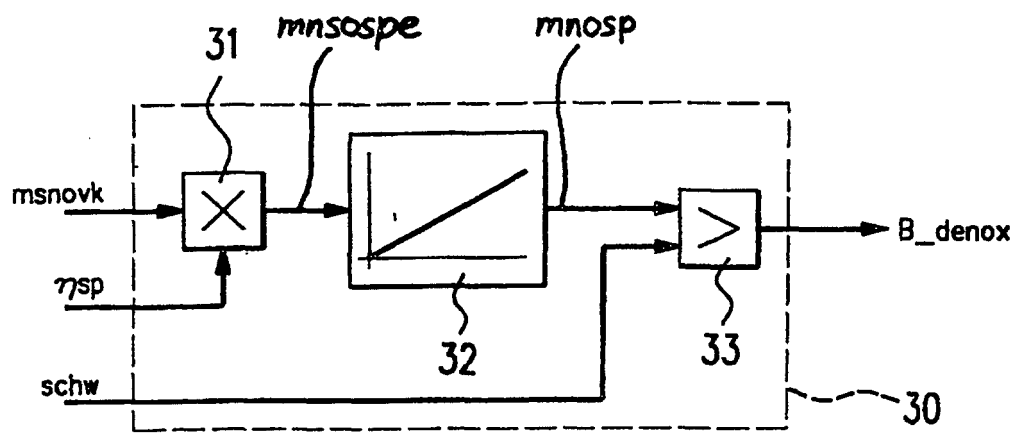


Fig. 2

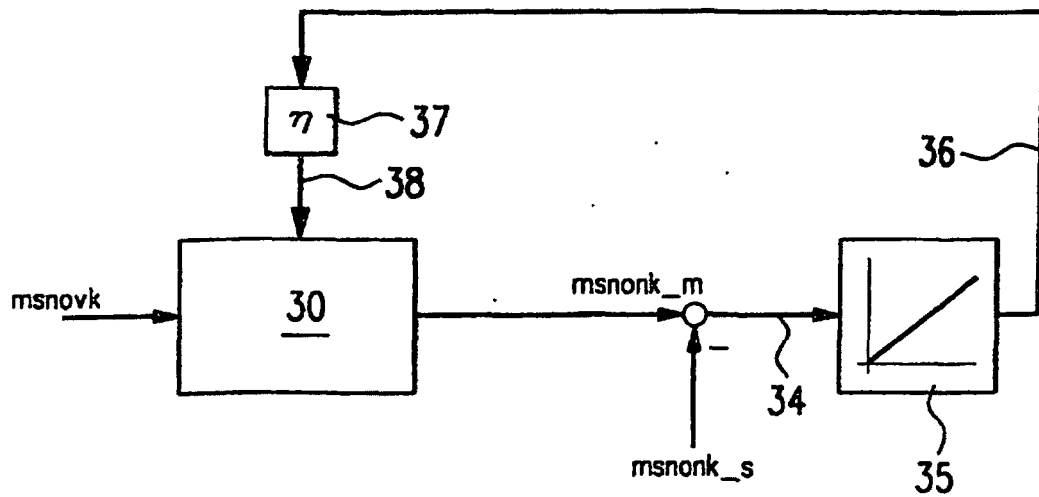


Fig. 3