

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 903 477 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.03.2002 Patentblatt 2002/12

(51) Int Cl. 7: **F01N 3/08, F02D 33/00**

(21) Anmeldenummer: **98113275.6**

(22) Anmeldetag: **16.07.1998**

(54) Verfahren zur Regeneration einer Stickoxidfalle im Abgassystem eines Verbrennungsmotors

Regeneration method of a nitrogen oxides trap in the exhaust system of an internal combustion engine

Procédé de régénération d'un piège pour les oxydes d'azote dans le système d'échappement d'un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

• **Grieser, Klemens**
40764 Langenfeld (DE)
• **Erdmann, Roland**
50259 Pulheim (DE)

(30) Priorität: **18.09.1997 DE 19741079**

(74) Vertreter: **Bonsmann, Manfred, Dipl.-Ing.**
Kaldenkirchener Strasse 35a
41063 Mönchengladbach (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.03.1999 Patentblatt 1999/12

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 585 900 **EP-A- 0 598 917**

(73) Patentinhaber: **Ford Global Technologies, Inc.**
Dearborn, Michigan 48136 (US)

(72) Erfinder:
• **Phlips, Patrick, Dr.**
50858 Köln (DE)

EP 0 903 477 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 Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regeneration einer Stickoxidfalle im Abgassystem eines Verbrennungsmotors mit einer elektronischen Motorsteuerung, durch die abhängig von einer Vielzahl von Motorbetriebsparametern mitbestimmt wird, ob dem Verbrennungsmotor ein mageres oder ein im wesentlichen stöchiometrisches Luft-/Kraftstoffgemisch zugeführt wird und durch die bei einem Übergang vom mageren in den stöchiometrischen Betriebsmodus ein Regenerationszyklus der Stickoxidfalle ausgelöst wird.

[0002] Der Einsatz einer derartigen Stickoxidfalle (NO_x -Trap) im Verbund mit einem konventionellen Dreiegekatalysator erfolgt bevorzugt bei Kraftfahrzeugen, deren Verbrennungsmotor für einen Magerbetrieb ausgelegt ist (lean burn engine), um die insbesondere im Magerbetrieb auftretenden Stickoxidemissionen zu verringern. Die Stickoxidmoleküle werden an der Beschichtung der Falle angelagert und damit aus dem Abgas entfernt. Um einen dauerhaften Betrieb der Stickoxidfalle zu ermöglichen, ist bei Erreichen eines bestimmten Sättigungsgrades ein Regenerationszyklus erforderlich. Hierzu wird der Motor üblicherweise für kurze Zeit mit einem fetten Luft/Kraftstoffgemisch (z.B. $\lambda = 0,75$) betrieben. Die angelagerten Stickoxide werden unter diesen Bedingungen unter Einwirkung eines Katalysators zu Stickstoff und Sauerstoff aufgespalten, wobei der Sauerstoff mit überschüssigem Wasserstoff oder CO zu Wasser bzw. CO_2 verbrannt wird.

[0003] Ein Problem bei bekannten Stickoxidfällen besteht darin, daß es bei Vorliegen bestimmter Betriebsbedingungen vorkommen kann, daß bereits gebundene Stickoxide unkonvertiert aus der Stickoxidfalle wieder freigesetzt werden. Dies tritt insbesondere dann auf, wenn von einem Magerbetrieb des Verbrennungsmotors in höheren Drehzahl-/Drehmomentbereichen in einen stöchiometrischen Betrieb übergegangen wird. Falls die Stickoxidfalle zum Zeitpunkt dieses Übergangs bereits eine größere Menge Stickoxide gespeichert hat, kann es zu einer Freisetzung unkonvertierter Stickoxide kommen. Eine derartige unkontrollierte Freisetzung von Stickoxiden kann dazu führen, daß strenge Abgastests trotz befriedigender Abgaswerte im stationären Betrieb nicht bestanden werden.

[0004] Um derartige Emissionsspitzen zu vermeiden, wurde bei bekannten Lösungen das Drehzahl-/Drehmomentfenster, in dem der Verbrennungsmotor mager betrieben wird, derart verkleinert, daß die Übergänge mager-stöchiometrisch bei so niedrigen Drehmomenten bzw. Drehzahlen auftreten, daß der vorstehend geschilderte Effekt nicht auftritt. Andererseits ist es jedoch wünschenswert, den Motor in einem möglichst großen Drehzahl-/Drehmomentbereich mager zu betreiben, um eine möglichst große Kraftstoffeinsparung zu erzielen.

[0005] Aus der EP 0 585 900 A ist es bekannt, zur Regeneration einer Stickoxidfalle einer Abgasreinigungsanlage jedes Mal, wenn von einem Magerbe-

trieb auf einen stöchiometrischen Betrieb umgeschaltet werden soll, vor dem stöchiometrischen Betrieb dem Motor für eine gewisse Zeit ein fettes Luft/Kraftstoffgemisch zuzuführen. Hierdurch werden zwar Stickoxidemissionen bei einem Übergang mager-stöchiometrisch vermieden, jedoch ist der Kraftstoffverbrauch relativ hoch.

[0006] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem Emissionsspitzen beim Übergang mager-stöchiometrisch mit geringerem Kraftstoffverbrauch vermieden werden, wobei gewährleistet werden soll, daß der Motor in einem möglichst großen Drehzahl-/Drehmomentbereich mager betrieben werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die aktuelle Stickoxidaufnahmerate der Stickoxidfalle sowie ein der durch die Stickoxidfalle aufgenommenen Stickoxidmenge entsprechender Stickoxidmengenwert durch zeitliche Integration der ermittelten Aufnahmerate näherungsweise durch die Motorsteuerung bestimmt wird, daß ein Grundregenerationszyklus unter der (ersten) Bedingung ausgelöst wird, daß der Stickoxidmengenwert einen ersten vorgegebenen Schwellwert überschreitet und daß bei einem Übergang vom mageren in den stöchiometrischen Betriebsmodus ein Zusatzregenerationszyklus unter der (zweiten) Bedingung ausgelöst wird, daß der Stickoxidmengenwert einen zweiten vorgegebenen Schwellwert, der niedriger als der erste vorgegebene Schwellwert ist, überschreitet, wobei nach Ausführung eines Grund- bzw. Zusatzregenerationszyklus der Stickoxidmengenwert jeweils zurückgesetzt wird.

[0008] Eine Zusatzregeneration der Stickoxidfalle erfolgt also nicht bei jedem Übergang mager-stöchiometrisch, sondern nur dann, wenn zusätzlich eine bestimmte Mindestmenge an Stickoxiden gespeichert ist. Hierdurch werden unnötige Regenerationszyklen, die jeweils mit einem erhöhten Kraftstoffverbrauch verbunden sind, vermieden. Es ist denkbar, einen Zusatzregenerationszyklus nur unter der zusätzlichen Auslösebedingung zuzulassen, daß seit der letzten Regeneration eine gewisse Mindestzeitdauer verstrichen ist.

[0009] Die Regenerationszyklen sind in vorzugsweise Ausgestaltung der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß dem Motor ein fettes Luft-/Kraftstoffgemisch zugeführt wird.

[0010] Da eine Messung der tatsächlichen Stickoxidaufnahmerate mit vertretbarem Aufwand kaum zu realisieren ist, kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, daß die näherungsweise Bestimmung der aktuellen Aufnahmerate von Stickoxiden anhand eines funktionalen Zusammenhangs in Abhängigkeit von aktueller Motordrehzahl, Motordrehmoment, Luft-/Kraftstoffverhältnis sowie Abgastemperatur und Abgasmassenstrom im Bereich der Stickoxidfalle erfolgt. Ein derartiger funktionaler Zusammenhang kann in Form einer Funktion oder als Tabellenspeicher implementiert sein und wird vor-

zugsweise anhand von Prüfstanddaten ermittelt.

[0011] Da eine unkontrollierte Stickoxidfreisetzung im wesentlichen bei mager-stöchiometrisch-Übergängen nur aus bestimmten Drehzahl-/Drehmomentbereichen auftritt, kann in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, daß bei Betrieb des Verbrennungsmotors mit magerem Gemisch in einem vorgegebenen Drehzahl-/Drehmomentbereich ein Zusatzregenerationszyklus unter der Bedingung ausgelöst wird, daß ein Übergang aus einem vorgegebenen Teilbereich des Mager-Drehzahl-/Drehmomentbereichs in einen stöchiometrischen Motorbetrieb erfolgt. Vorzugsweise liegt der Teilbereich des Magerbetriebsbereichs in einem Bereich höherer Drehzahlen bzw. Drehmomente. Durch diese zusätzliche (zweite) Auslösebedingung werden unnötige Regenerationszyklen vermieden.

[0012] Weiterhin kann vorgesehen sein, daß ein zur Regeneration der Stickoxidfalle erforderliches fettes Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis anhand eines funktionalen Zusammenhangs abhängig von der Abgastemperatur im Bereich der Stickoxidfalle und dem Abgasmassenstrom bestimmt wird. Das so bestimmte Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis kann vorzugsweise sowohl während des Grund- als auch während des Zusatzregenerationszyklus zur Anwendung kommen.

[0013] Die zur Durchführung eines Grundregenerationszyklus benötigte Grundregenerationszeit für eine Regeneration mit dem Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis kann vorzugsweise anhand eines funktionalen Zusammenhangs abhängig von der Abgastemperatur und dem Abgasmassenstrom im Bereich der Stickoxidfalle bestimmt werden.

[0014] Die zur Durchführung eines Zusatzregenerationszyklus für eine Regeneration mit dem Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis benötigte Zusatzregenerationszeit kann vorzugsweise durch Multiplikation der Grundregenerationszeit mit dem Verhältnis aus aktuellem Stickoxidmengenwert zu erstem Schwellwert ermittelt werden. Dadurch wird berücksichtigt, daß die Stickoxidfalle bei Durchführung des Zusatzregenerationszyklus im allgemeinen eine geringere Stickoxidmenge als im Falle des Grundregenerationszyklus gespeichert hat, so daß die Regenerationszeit entsprechend reduziert werden kann, um den Kraftstoffmehrverbrauch zu minimieren. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß zu den in der vorstehend beschriebenen Weise bestimmten Regenerationszeiten ein fester Offsetwert hinzugeaddiert wird. Damit wird die Zeit berücksichtigt, die die Fettspitze vom Verbrennungsmotor über einen Dreiwegekatalysator braucht, um zur Stickoxidfalle zu gelangen.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine stark schematisierte Darstellung einer Motor-/Motorsteuerungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein schematisches Diagramm der zeitlichen Entwicklung verschiedener Motorkenngrößen,

5 Fig. 3 ein schematisches Drehzahl-/Drehmomentkennfeld zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

10 Fig. 4 ein schematisches Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Gemäß Fig. 1 wird ein Mehrzylinderverbrennungsmotor 10 von einer elektronischen Motorsteuerung 12, die eine Vielzahl von Eingangssignalen 24, wie 15 z.B. die aktuelle Motordrehzahl, ein Signal eines Luft-/Massenstromsensors 30 im Einlaßkanal oder die aktuelle Stellung des Fahrergaspedals erhält, gesteuert. Die Motorsteuerung führt Algorithmen zur Ansteuerung einer elektronischen Drosselklappe 20, einer Zündanlage 20 18 und einer Einspritzanlage 26 aus. Über die elektronische Drosselklappe 20 und die Einspritzanlage 18 kann das Luft-/Kraftstoffverhältnis λ des den Zylindern zugeführten Gemisches in weiten Grenzen verändert werden, insbesondere kann unter bestimmten Betriebsbedingungen ein mageres Luft-/Kraftstoffverhältnis eingestellt werden. Die Motorabgase werden einer Abgasbehandlungsanordnung 28 zugeführt. Diese besteht aus einem Dreiwegekatalysator 14 und einer Stickoxidfalle 16. Durch einen Temperatursensor 22 wird die Abgastemperatur in räumlicher Nähe der Abgasbehandlungsanordnung 28 gemessen.

[0017] In Fig. 2 ist die zeitliche Entwicklung des von der Stickoxidfalle aufgenommenen Stickoxidmengenwerts X , des eingestellten Luft-/Kraftstoffverhältnisses λ sowie eines die Stickoxidemissionen repräsentierenden Wertes NO_x qualitativ dargestellt. Zu Beginn des in Fig. 2 dargestellten Verlaufs wird der Verbrennungsmotor im Magermodus mit einem Luft/Kraftstoffverhältnis $\lambda = 1,5$ betrieben. Die Motorsteuerung berechnet 35 in diskreten Zeitabständen die aktuelle Stickoxidaufnahmerate anhand eines funktionalen Zusammenhangs in Abhängigkeit von aktueller Motordrehzahl, Motordrehmoment, Luft-/Kraftstoffverhältnis sowie Abgastemperatur und Abgasmassenstrom und integriert diese 40 Rate zu einem Stickoxidmengenwert X . Hat dieser einen Schwellwert S_1 (60) überschritten, wird für eine Zeitdauer T_{R1} ein Grundregenerationszyklus mit einem Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis von 0,75 durchgeführt und der Stickoxidmengenwert anschließend auf Null zurückgesetzt.

[0018] In dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel findet zu einem Zeitpunkt t_S ein Betriebsmodusübergang mager-stöchiometrisch statt. Da der Stickoxidmengenwert X zu diesem Zeitpunkt oberhalb eines zweiten Schwellwerts S_2 (62) liegt, wird für eine Zeitdauer T_{R2} , die gegenüber T_{R1} verkürzt ist, ein Zusatzregenerationszyklus mit einem Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis von 0,75 durchgeführt und der Wert X anschließend auf Null zu-

rückgesetzt. Erst nach diesem Zusatzregenerationszyklus wird ein stöchiometrisches Luft-/Kraftstoffverhältnis mit $\lambda=1,0$ eingestellt.

[0019] Bei einem gemäß dem Stand der Technik ausgebildeten Verfahren, bei dem ein Zusatzregenerationszyklus nicht vorgesehen ist, wie durch die gestrichelten Graphen in Fig. 2 dargestellt, kommt es im Gegensatz zum erfindungsgemäßen Verfahren zu einer unerwünschten NO_x -Emissionsspitze 66.

[0020] In Fig. 3 ist ein schematisches Motordrehmoment/Motordrehzahldiagramm dargestellt. Das maximale Motordrehmoment M_D abhängig von der Drehzahl n ist durch die Vollastkurve 46 gegeben. In einem Bereich 42 wird ein Magerbetrieb des Verbrennungsmotors durch die Motorsteuerung veranlaßt; oberhalb bzw. rechts dieses Bereichs wird der Motor in einem mit 48 bezeichneten Bereich stöchiometrisch betrieben. Unkontrollierte Freisetzung von nicht konvertierten Stickoxiden treten nur bei Übergängen aus einem Teilbereich 50 des Magerbereichs 42 auf (z.B. 52, 54). Deshalb wird ein Zusatzregenerationszyklus nur dann ausgelöst, wenn die Motorsteuerung einen Übergang aus dem Teilbereich 50 in den Bereich 48 detektiert.

[0021] Gemäß Fig. 4 beginnt eine Implementation einer während des Motorbetriebs endlos ausgeführten Überwachungsschleife gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren mit der Bestimmung des Stickoxidmengenwertes X (Schritt 82). In Schritt 84 wird X mit einem ersten Schwellwert S_1 verglichen. Bei Überschreiten wird ein Grundregenerationszyklus ausgelöst. Dazu wird in 86 ein zur Regeneration benötigtes Luft/Kraftstoffverhältnis λ_R sowie die benötigte Grundregenerationszeit T_{R1} abhängig von der Abgastemperatur und dem Abgasmassenstrom im Bereich der Stickoxidfalle bestimmt. Mit diesen Parametern wird anschließend bei 88 ein Grundregenerationszyklus durchgeführt und der Stickoxidmengenwert X auf Null zurückgesetzt. Weiterhin wird X mit einem zweiten, niedrigeren Schwellwert S_2 verglichen. Falls die Motorsteuerung einen Übergang aus dem Bereich 50 in den Bereich 48 detektiert (Fig. 2) und der Schwellwert S_2 überschritten wird, löst die Motorsteuerung einen Zusatzregenerationszyklus aus. Die Zusatzregenerationszeit T_{R2} wird gegenüber T_{R1} um das Verhältnis aus aktuellem Stickoxidmengenwert X und dem Schwellwert S_1 reduziert (Schritt 94). Anschließend wird bei 96 ein Zusatzregenerationszyklus ausgelöst und der Stickoxidmengenwert X auf Null zurückgesetzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regeneration einer Stickoxidfalle (16) im Abgassystem eines Verbrennungsmotors (10) mit einer elektronischen Motorsteuerung (12), durch die abhängig von einer Vielzahl von Motorbetriebsparametern bestimmt wird, ob dem Verbrennungsmotor ein mageres oder ein im wesentlichen

stöchiometrisches Luft-/Kraftstoffgemisch zugeführt wird und durch die bei einem Übergang vom mageren in den stöchiometrischen Betriebsmodus ein Regenerationszyklus der Stickoxidfalle ausgelöst wird, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die aktuelle Stickoxidaufnahmerate der Stickoxidfalle (16) sowie ein der durch die Stickoxidfalle aufgenommenen Stickoxidmenge entsprechender Stickoxidmengenwert (X) durch zeitliche Integration der ermittelten Aufnahmerate näherungsweise durch die Motorsteuerung bestimmt wird,
daß ein Grundregenerationszyklus unter der Bedingung ausgelöst wird, daß der Stickoxidmengenwert einen ersten vorgegebenen Schwellwert (S_1) überschreitet und
daß bei einem Übergang vom mageren in den stöchiometrischen Betriebsmodus ein Zusatzregenerationszyklus unter der Bedingung ausgelöst wird, daß der Stickoxidmengenwert einen zweiten vorgegebenen Schwellwert (S_2), der niedriger als der erste vorgegebene Schwellwert ist, überschreitet, wobei nach Aufführung eines Grund- bzw. Zusatzregenerationszyklus der Stickoxidmengenwert (X) jeweils zurückgesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** während beider Regenerationszyklen dem Motor (10) ein fettes Luft-/Kraftstoffgemisch zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** die näherungsweise Bestimmung der aktuellen Aufnahmerate von Stickoxiden anhand eines funktionalen Zusammenhangs in Abhängigkeit von aktueller Motordrehzahl, Motordrehmoment, Luft-/Kraftstoffverhältnis sowie Abgastemperatur und Abgasmassenstrom im Bereich der Stickoxidfalle (16) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** bei Betrieb des Verbrennungsmotors mit magerem Gemisch in einem vorgegebenen Drehzahl-/Drehmomentbereich (42) ein Zusatzregenerationszyklus unter der Bedingung ausgelöst wird, daß ein Übergang aus einem vorgegebenen Teilbereich (50) des Mager-Drehzahl-/Drehmomentbereichs in einen stöchiometrischen Motorbetrieb (48) erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** der Teilbereich (50) des Magerbetriebsbereichs (42) in einem Bereich höherer Drehzahlen bzw. Drehmomente liegt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **da-**

durch gekennzeichnet, daß ein zur Regeneration der Stickoxidfalle erforderliches fettes Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis anhand eines funktionalen Zusammenhangs abhängig von der Abgastemperatur im Bereich der Stickoxidfalle und dem Abgasmassenstrom bestimmt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine zur Durchführung eines Grundregenerationszyklus mit dem Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis benötigte Grundregenerationszeit (T_{R1}) anhand eines funktionalen Zusammenhangs abhängig von der Abgastemperatur und dem Abgasmassenstrom im Bereich der Stickoxidfalle bestimmt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine zur Durchführung eines Zusatzregenerationszyklus mit dem Regenerations-Luft-/Kraftstoffverhältnis benötigte Zusatzregenerationszeit durch Multiplikation der Grundregenerationszeit (T_{R2}) mit dem Verhältnis aus aktuellem Stickoxidmengenwert (X) zu erstem Schwellwert (S_1) und Addition einer vorgegebenen Offsetzeit zu dem Produkt bestimmt wird.

first given threshold value, wherein after implementation of a basic / additional regeneration cycle the nitrogen oxide value (X) is restored.

5 2. Method according to Claim 1 **characterised in that** during both regeneration cycles a rich air/fuel mixture is supplied to the engine (10).

10 3. Method according to Claim 1 or 2 **characterised in that** the approximate determination of the current absorption rate of nitrogen oxides takes place by reference to a functional correlation depending upon current speed, torque, air/fuel ratio as well as exhaust temperature and exhaust mass flow in the area of the NOx trap (16).

15 4. Method according to one of the Claims 1 to 3 **characterised in that** when the combustion engine is operating with lean mixture in a given speed/torque area (42) an additional regeneration cycle is triggered on condition that a transition from a given sub-area (50) of the lean speed/torque area into stoichiometric engine operation (48) takes place.

20 5. Method according to Claim 4 **characterised in that** the sub-area (50) of the lean operation area (42) lies in an area of higher speeds / torques.

25 6. Method according to one of the Claims 1 to 5 **characterised in that** a rich regeneration air/fuel ratio required for regeneration of the NOx trap is determined by reference to a functional correlation depending upon the exhaust temperature in the area of the NOx trap and the exhaust mass flow.

30 7. Method according to Claim 6 **characterised in that** a basic regeneration time (T_{R1}) required for implementation of a basic regeneration cycle with the regeneration air/fuel ratio is determined by reference to a functional correlation depending upon the exhaust temperature and the exhaust mass flow in the area of the NOx trap.

35 8. Method according to Claim 7 **characterised in that** an additional regeneration time required for implementation of an additional regeneration cycle with the regeneration air/fuel ratio is determined through multiplication of the basic regeneration time (T_{R2}) with the relationship of current nitrogen oxide value (X) to first threshold value (S_1) and addition of a given offset time to the product.

40

45

50

55

the current nitrogen oxide absorption rate of the NOx trap (16) as well as a nitrogen oxide value (X) corresponding to the quantity of nitrogen oxide absorbed by the NOx trap is determined through temporal integration of the ascertained absorption rate approximately through the engine control unit,

a basic regeneration cycle is triggered on condition that the nitrogen oxide value exceeds a first given threshold value (S_1) and

in the event of a transition from lean into stoichiometric operating mode an additional regeneration cycle is triggered on condition that the nitrogen oxide value exceeds a second given threshold value (S_2), which is lower than the

Revendications

1. Procédé de régénération d'un piège à oxydes d'azote (16) dans le système d'échappement d'un moteur à combustion interne (10) équipé d'une

commande électronique de moteur (12), par laquelle est déterminé, en fonction d'un certain nombre de paramètres d'exploitation du moteur, si un rapport de mélange air / carburant pauvre ou essentiellement stoechiométrique doit être amené dans le moteur à combustion interne, et par laquelle, en cas de passage d'un mode d'exploitation avec mélange pauvre à un mode d'exploitation avec mélange stoechiométrique, un cycle de régénération du piège à oxydes d'azote est déclenché, **caractérisé**

en ce que le taux d'absorption courant d'oxydes d'azote du piège à oxydes d'azote (16), ainsi qu'une valeur de quantité d'oxydes d'azote (X) correspondant à la quantité d'oxydes d'azote absorbée par le piège à oxydes d'azote, sont déterminés approximativement par la commande du moteur, par une intégration temporelle des taux d'absorption enregistrés, **en ce qu'** un cycle de régénération de base est initié à la condition que la valeur de quantité d'oxydes d'azote dépasse une première valeur de seuil prédéfinie (S_1) et **en ce que**, lors d'une transition d'un mode d'exploitation avec mélange pauvre vers le mode d'exploitation avec mélange stoechiométrique, un cycle de régénération supplémentaire est initié à la condition que la valeur de quantité d'oxydes d'azote dépasse une seconde valeur de seuil prédéfinie (S_2), qui est inférieure à la première valeur de seuil prédéfinie, suite à quoi, après exécution d'un cycle de régénération de base ou d'un cycle de régénération supplémentaire, la valeur de quantité d'oxydes d'azote (X) est respectivement réinitialisée.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pendant les deux cycles de régénération, un rapport de mélange air/carburant riche est amené au moteur (10).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la détermination approximative du taux d'absorption courant des oxydes d'azote est réalisée au moyen d'un rapport fonctionnel, en fonction du régime moteur courant, du couple moteur, du rapport de mélange air / carburant, ainsi que de la température des gaz d'échappement et du débit massique des gaz d'échappement dans la zone du piège à oxydes d'azote (16).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, lors de l'exploitation du moteur à combustion interne avec un mélange pauvre dans une gamme de régimes / couples prédéfinie (42), un cycle de régénération supplémentaire est initié à la condition qu'une transition se produise d'une zone ou gamme partielle prédéfinie (50) de la gam-

me de régime / couple avec mélange pauvre vers une exploitation du moteur avec un mélange stoechiométrique (48).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la gamme ou zone partielle (50) de la gamme ou zone d'exploitation avec mélange pauvre (42) se situe dans une gamme plus élevée de régimes et de couples.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'** un rapport de mélange air / carburant de régénération riche ou surenrichi, nécessaire à la régénération du piège à oxydes d'azote, est déterminé au moyen d'un rapport fonctionnel, qui dépend de la température des gaz d'échappement dans la zone du piège à oxydes d'azote et du débit massique des gaz d'échappement.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'** une durée de régénération de base (T_{R1}), nécessaire à la réalisation d'un cycle de régénération de base avec le rapport de mélange air / carburant de régénération, est déterminée au moyen d'un rapport fonctionnel, en fonction de la température des gaz d'échappement et du débit massique des gaz d'échappement dans la zone du piège à oxydes d'azote.
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'** une durée de régénération supplémentaire, nécessaire à la réalisation d'un cycle de régénération supplémentaire avec le rapport de mélange air / carburant de régénération, est déterminée par multiplication de la durée de régénération de base (T_{R2}) par le rapport entre la valeur de quantité d'oxydes d'azote courante (X) et une première valeur de seuil (S_1), et l'ajout au produit d'une durée de décalage prédéfinie.

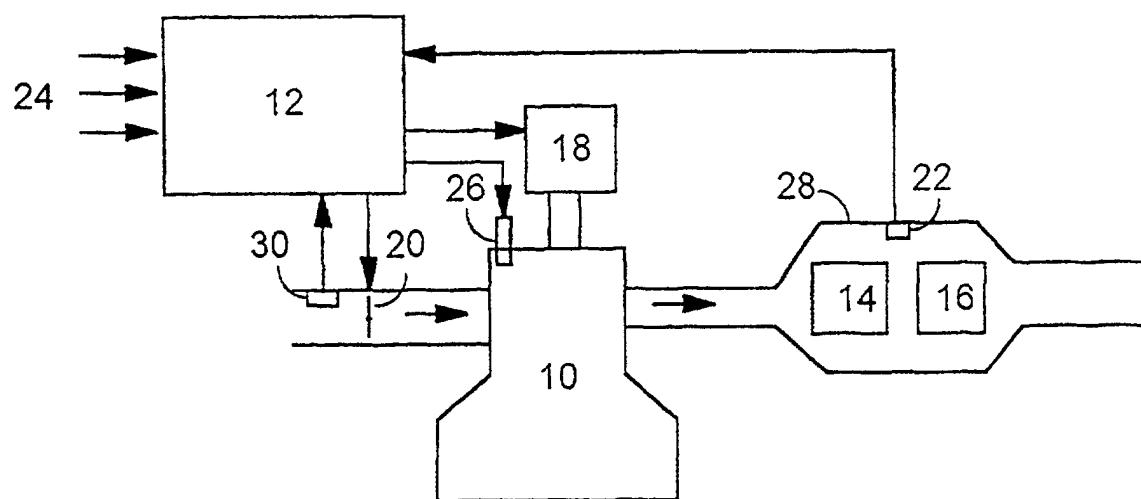


Fig. 1

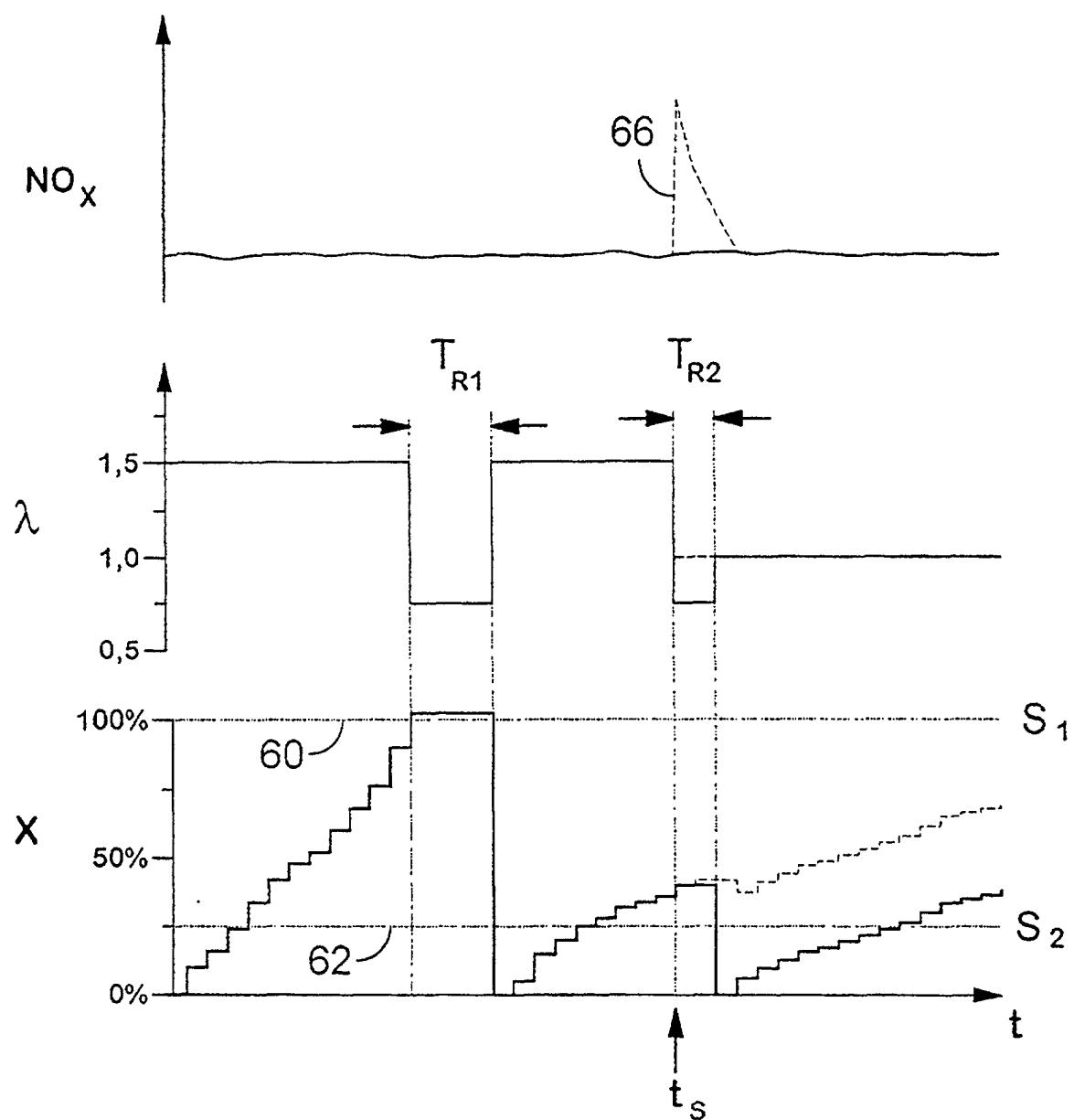


Fig. 2

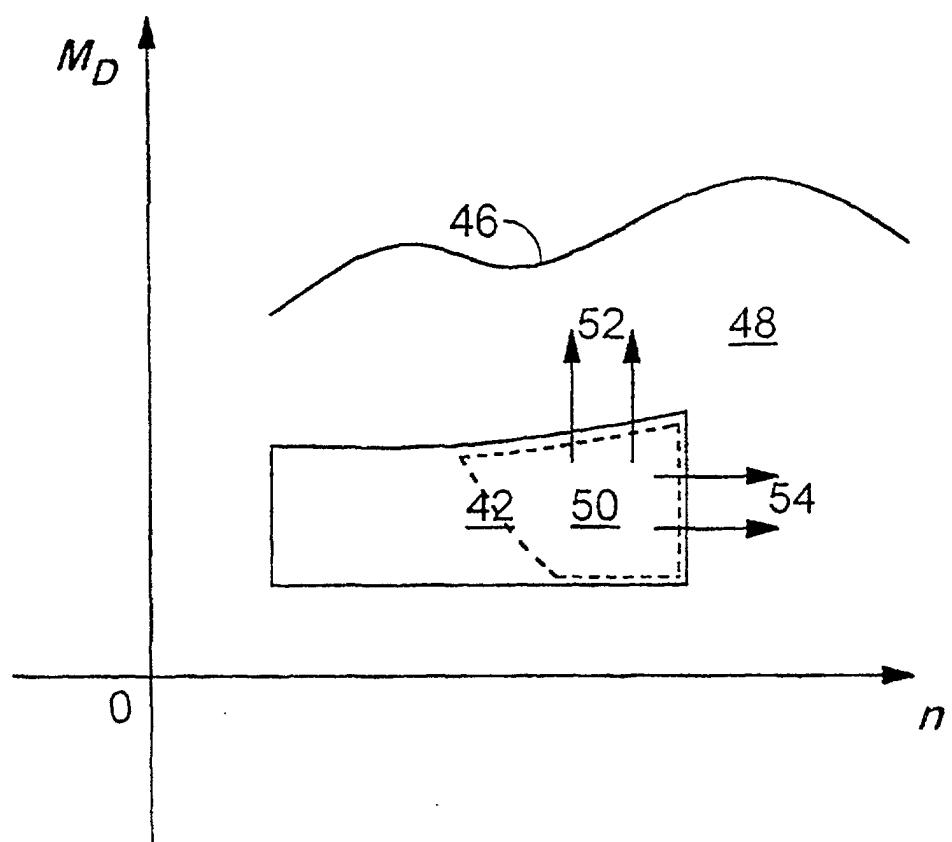


Fig. 3

