



(11) **EP 1 255 922 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.10.2010 Patentblatt 2010/40

(51) Int Cl.:
F02D 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01902335.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/000542

(22) Anmeldetag: **18.01.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/055574 (02.08.2001 Gazette 2001/31)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES BETRIEBES EINES
MEHRZYLINDERMOTORS FÜR KRAFTFAHRZEUGE MIT EINER MEHRFLUTIGEN
ABGASREINIGUNGSANLAGE**

DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING OPERATION OF A MULTI-CYLINDER ENGINE FOR
MOTOR VEHICLES HAVING A MULTI-FLOW EMISSION CONTROL SYSTEM

DISPOSITIF ET PROCÉDE POUR COMMANDER LE MODE DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR
MULTICYLINDRE POUR VÉHICULES AUTOMOBILES COMPRENANT UNE INSTALLATION DE
PURIFICATION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT À PLUSIEURS FLUX

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **29.01.2000 DE 10003903**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.11.2002 Patentblatt 2002/46

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft
38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **POTT, Ekkehard
38518 Gifhorn (DE)**

• **SPIEGEL, Leo
71665 Vaihingen/Enz (DE)**
• **OTTE, Jürgen
38116 Braunschweig (DE)**

(74) Vertreter: **Schneider, Henry et al
Anwaltskanzlei
Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider
Wallstrasse 58/59
10179 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 861 972 US-A- 5 586 432
US-A- 5 749 221**

EP 1 255 922 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung eines Betriebes eines Mehrzylindermotors für Kraftfahrzeuge mit einer mehrflutigen Abgasreinigungsanlage mit den in den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche genannten Merkmalen.

[0002] Mehrzylindermotoren werden häufig in Unter-einheiten aufgeteilt, die jeweils eine Anzahl von Zylindern (Bank) zusammenfassen. So kann beispielsweise ein Zwölfzylindermotor in drei Bänke à vier Zylinder aufgeteilt werden. Jeder Bank ist ein zumindest bereichsweise separater Abgasstrang zugeordnet, in dem jeweils Komponenten der Abgasreinigungsanlage untergebracht werden können. Dererlei Komponenten umfassen beispielsweise Partikelfilter als auch Katalysatoren, die eine Konvertierung von während eines Verbrennungsvorganges gebildeten Schadstoffen in weniger umweltrelevante Produkte ermöglichen. Beispielfhaft seien hier aufgezählt Oxidationskatalysatoren zur Oxidation von Reduktionsmitteln, wie Kohlenmonoxid CO und unvollständig verbrannte Kohlenwasserstoffe HC, und Reduktionskatalysatoren zur Reduzierung von Stickoxiden NO_x.

[0003] Weiterhin können jeder Bank Stellmittel zugeordnet werden, die es erlauben, den Verbrennungsvorgang in den jeweiligen Bänken separat voneinander zu gestalten. Dererlei Stellmittel können beispielsweise Abgasrückführeinrichtungen, Einspritzsysteme oder auch in separierten Saugrohren angeordnete Drosselklappen umfassen. Ferner ist bekannt, in den Abgassträngen eine Sensorik zu implementieren, die es ermöglicht, die Luftverhältnisse im Abgas oder auch ausgewählte Anteile von Schadstoffen am Abgas zu erfassen. Üblicherweise werden die von der Sensorik erfaßten Signale in ein Steuergerät eingelesen, das dann entsprechend vorgegebenen Modellen den Stellmitteln Stellgrößen vorgibt. Auf diese Weise läßt sich beispielsweise ein homogener oder geschichteter Magerbetrieb, ein stöchiometrischer Betrieb oder ein bei sehr hohen Lasten erforderlicher Fettbetrieb des Mehrzylindermotors realisieren.

[0004] Ist jeweils in den Abgassträngen der Abgasreinigungsanlage ein NO_x-Speicherkatalysator integriert, so erfordert dies spezielle Betriebsmodi, um unerwünscht hohe Schadstoffemissionen und dauerhafte Schädigungen des Katalysators zu verhindern. Bei einflutigen Abgasreinigungsanlagen sind zahlreiche Prozeduren zur Durchführung der Betriebsmodi des NO_x-Speicherkatalysators bekannt. So ist im Magerbetrieb, insbesondere im verbrauchsoptimierten Bereich für Ottomotoren bei Lambda zirka 1,1, eine NO_x-Rohemission des Motors stark erhöht, und gleichzeitig sind die zur Konvertierung benötigten Reduktionsmittel CO und HC stark gemindert. Zur Abhilfe wird daher in magerer Atmosphäre das NO_x in einer NO_x-Speicherkomponente des Katalysators als Nitrat absorbiert, und zwar solange, bis entweder eine NO_x-Speicherfähigkeit erschöpft oder eine Desorptionstemperatur überschritten wird. Vor diesem Zeitpunkt muß daher nach Möglichkeit eine NO_x-Rege-

neration durch Wechsel in eine stöchiometrische oder fette Atmosphäre erfolgen. Dazu kann in einem Steuergerät eine Prozedur hinterlegt werden, mit der in Abhängigkeit von stromab des NO_x-Speicherkatalysators erfaßten Signalen eines Gassensors eine Vorgabe für die geeigneten Stellmittel erfolgt. In an sich gleicher Art und Weise können auch andere Maßnahmen, beispielsweise eine Entschwefelung oder eine Aufheizung des Katalysators auf eine Mindest-Betriebstemperatur, durchgeführt werden. Die aufgezeigten Lösungen lassen sich jedoch nicht einfach auf mehrflutige Abgasreinigungsanlagen der oben genannten Art übertragen, da sich Katalysatorzustände und Betriebsparameter in den jeweiligen Abgassträngen deutlich voneinander unterscheiden können.

[0005] Aus US 5,586,432 A ist ein Verfahren zur Steuerung einer Kraftstoffabschaltung im Leerlaufbetrieb einer Mehrzylindermotors mit einer zweisträngigen Abgasanlage bekannt. Dabei wird, um eine übermäßige Abkühlung der Katalysatoren in einem abgeschalteten Strang zu vermeiden, die Kraftstoffabschaltung alternierend in den beiden Bänken durchgeführt, wobei die Kraftstoffabschaltung von einer Bank auf die andere wechselt, wenn die Katalysatortemperatur in dem gerade abgeschalteten Strang unter einen Grenzwert fällt.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit denen eine koordinierte Steuerung der Betriebsmodi jeder Bank mit Hinsicht auf eine niedrige Schadstoffemission aber auch unter Berücksichtigung eines Kraftstoffverbrauches und von Betriebsparametern des Mehrzylindermotors ermöglicht wird.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung eines Betriebes eines Mehrzylindermotors für Kraftfahrzeuge mit einer mehrflutigen Abgasreinigungsanlage mit den in den unabhängigen Ansprüchen genannten Merkmalen gelöst. Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden Betriebsmodi der Bänke gemäß einem Koordinationsmodus in Abhängigkeit von einem Katalysatorzustand und/oder einer Schadstoffemission der Abgasstränge eingestellt, wobei der Koordinationsmodus in Abhängigkeit von Zustands- und Betriebsparametern des Kraftfahrzeuges und seiner Aggregate gewählt wird aus zumindest zwei der Modi gewählt wird: dominanter Modus, interaktiver Modus, gewichteter Modus und autarker Modus, die im Einzelnen weiter unten dargestellt sind. Die erfindungsgemäße Vorrichtung besitzt zur Durchführung der Verfahrensschritte Mittel wie beispielsweise ein Steuergerät, in dem eine Prozedur zur koordinierten Steuerung in digitalisierter Form hinterlegt ist. In bevorzugter Weise kann das Steuergerät Teil eines Motorsteuergerätes sein.

[0008] Zwischen den Koordinationsmodi kann bevorzugt in Abhängigkeit von den Zustands- und Betriebsparametern des Kraftfahrzeuges und seiner Aggregate während des Betriebs des Mehrzylindermotors gewechselt werden. Die Zustands- und Betriebsparameter kön-

nen vorzugsweise einen Fahrerwunsch, eine Lastsituation, eine NO_x-Gesamtemission stromab aller Abgasstränge, eine NO_x-Rohemission des Mehrzylindermotors und den Katalysatorzustand umfassen, so daß beispielsweise mit einem komplexen Kennfeld eine betriebssituationsoptimierte Wahl des Koordinationsmodus ermöglicht wird.

[0009] Ferner ist es bevorzugt, den Katalysatorzustand in Form einer Schwefelbeladung und/oder einer NO_x-Beladung und/oder einer Katalysatortemperatur zu charakterisieren. Denkbar ist auch, den Katalysatorzustand anhand eines Vergleichs einer aktuellen NO_x-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators mit einer gemessenen oder modellierten NO_x-Speicherfähigkeit eines frischen NO_x-Speicherkatalysators abzuschätzen. Die Betriebsmodi der Bänke umfassen vorzugsweise Prozeduren zur Durchführung einer NO_x-Regeneration, einer Entschwefelung und einer Katalysatorheizung. Insgesamt stehen damit eine Vielzahl von Parametern für die erfindungsgemäße Steuerung zur Verfügung, mit denen nahezu alle zum optimalen Betrieb der Abgasreinigungsanlage notwendigen Maßnahmen ergriffen werden können.

[0010] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird im autarken Modus jede Bank nur in Abhängigkeit von dem Katalysatorzustand und/oder der Schadstoffemission in dem jeweils zugeordneten Abgasstrang gesteuert. Unter solchen Bedingung ist die Gesamtemission des Mehrzylindermotors besonders niedrig, jedoch muß unter bestimmten Umständen ein Kraftstoffmeherverbrauch in Kauf genommen werden.

[0011] Im dominanten Modus wird der Katalysatorzustand und/oder die Schadstoffemission nur in einem der Abgasstränge erfaßt und zur synchronen Steuerung aller Bänke herangezogen. Ein solches Verfahren läßt sich besonders einfach realisieren und benötigt nur relativ geringen Speicherplatz und Rechenkapazität. Eine solche Steuerung bietet sich immer dann an, wenn eine der Bänke temporär oder dauerhaft einen Hauptanteil an der Gesamtemission des Mehrzylindermotors besitzt.

[0012] Im gewichteten Modus wird der Katalysatorzustand und/oder die Schadstoffemission in jedem Abgasstrang erfaßt und mit einem Wichtungsfaktor multipliziert. Die gewichteten Größen werden anschließend zu einem Mittelwert zusammengefaßt, und anhand des Mittelwertes erfolgt eine synchrone Steuerung aller Bänke. Der Wichtungsfaktor kann im einfachsten Falle nur die Anzahl der Zylinder pro Bank berücksichtigen, so daß beispielsweise bei einem Zwölfzylindermotor - bestehend aus drei Bänken à vier Zylinder - der Wichtungsfaktor pro Bank ein Drittel beträgt. In bevorzugter Weise wird der Wichtungsfaktor jedoch in Abhängigkeit vom Katalysatorzustand bestimmt, so daß beispielsweise mit fortschreitender irreversibler Schädigung eines NO_x-Speicherkatalysators der Wichtungsfaktor geringer wird, so daß zwar insgesamt die Schadstoffemission aus einer Bank leicht ansteigen kann, aber ein Kraftstoffmeherverbrauch infolge unnötig häufiger Regenerationen der

NO_x-Speicherkatalysatoren der anderen Bänke vermieden wird. Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, den Wichtungsfaktor für jede durchzuführende Prozedur gesondert zu bestimmen.

[0013] Im interaktiven Modus wird der Katalysatorzustand und/oder die Schadstoffemission in jedem Abgasstrang erfaßt und zur synchronen Steuerung aller Bänke herangezogen. In einer bevorzugten Ausgestaltung des Modus wird ein einleitender Impuls für die NO_x-Regeneration, die Entschwefelung oder die Katalysatorheizung gesetzt, wenn in einem der Abgasstränge eine Notwendigkeit für diese Maßnahmen besteht. Ein beendender Impuls für die NO_x-Regeneration, die Entschwefelung oder die Katalysatorheizung liegt dann vor, wenn in jedem der Abgasstränge die Maßnahme beendet ist. Auf diese Weise kann ähnlich wie im autarken Modus sichergestellt werden, daß die Maßnahmen jeweils vollständig für jeden der Katalysatoren durchgeführt werden. Im Gegensatz zum autarken Modus läßt sich eine solche gleichzeitige Durchführung der Maßnahmen sehr viel einfacher realisieren und im bestehenden Motorsteuersystem integrieren und ist daher der bevorzugte Modus bei schnell wechselnden Betriebsituationen.

[0014] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Prinzipskizze für eine Steuerung eines Betriebs eines Mehrzylindermotors nach einem autarken und einem interaktiven Modus;
- Figur 2 einen Verlauf der Luftverhältnisse in verschiedenen Abgassbängen des Mehrzylindermotors mit der Zeit;
- Figur 3 eine Prinzipskizze zur Steuerung des Betriebs des Mehrzylindermotors in einem gewichteten Modus;
- Figur 4 einen Verlauf von Schadstoffemissionen in den Abgassträngen mit der Zeit;
- Figur 5 eine Prinzipskizze zur Steuerung des Betriebs des Mehrzylindermotors nach einem dominanten Modus und
- Figur 6 ein Ablaufdiagramm zur koordinierten Steuerung.

[0016] Die Figur 1 zeigt in einer Prinzipskizze einen Mehrzylindermotor 10. Der Mehrzylindermotor 10 ist insgesamt in drei Bänke 1, 2, 3 mit jeweils vier Zylindern 50 aufgeteilt. Dem Mehrzylindermotor 10 ist eine Abgasreinigungsanlage 60 nachgeordnet. Dabei mündet jede der Bänke 1, 2, 3 in einen zumindest zu Beginn separaten

Abgasstrang 11, 12, 13. Zur Reinigung eines Abgases, das während eines Verbrennungsvorganges eines Luft-Kraftstoff-Gemisches in den Bänken 1, 2, 3 entsteht, ist in den Abgassträngen 11, 12, 13 jeweils ein NO_x -Speicherkatalysator 21, 22, 23 integriert. Selbstverständlich können in den Abgassträngen 11, 12, 13 auch andere Komponenten zur Reinigung des Abgases, wie Vorkatalysatoren und Partikelfilter, vorhanden sein, sind hier aber aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht mit aufgenommen worden.

[0017] Ebenso wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit auf eine Darstellung einer, der jeweiligen Abgasstränge 11, 12, 13 zugeordneten Sensorik verzichtet. Die Sensorik umfaßt dabei beispielsweise Temperatursensoren, mit denen eine Katalysatortemperatur oder eine Abgastemperatur erfaßt werden kann. Weiterhin kann die Sensorik Gassensoren beinhalten, die es ermöglichen, ein Luftverhältnis stromab und stromauf der NO_x -Speicherkatalysatoren 21, 22, 23 oder auch einen Anteil eines Schadstoffes am Abgas zu bestimmen. Die Gassensoren sind dann beispielsweise als Lambdasonden oder NO_x -Sensoren ausgelegt.

[0018] Ferner sind den einzelnen Bänken 1, 2, 3 Steuereinheiten zugeordnet, die von der Sensorik bereitgestellte Signale erfassen und in Abhängigkeit von diesen Signalen Stellgrößen für den einzelnen Bänken 1, 2, 3 zugeordnete Stellmittel ausgeben. Die Steuereinheiten können Teil eines Steuergerätes sein, mit denen eine im folgenden noch näher zu erläuternde koordinierte Steuerung der einzelnen Bänke 1, 2, 3 durchgeführt wird. Die Stellmittel umfassen beispielsweise separate Einspritzsysteme, Abgasrückführeinrichtungen oder in separaten Ansaugrohren angeordnete Drosselklappen. Auf die Darstellung der Stellmittel und des Steuergerätes beziehungsweise der Steuereinheiten ist zur besseren Übersichtlichkeit verzichtet worden.

[0019] Ein Katalysatorzustand K der NO_x -Speicherkatalysatoren 21, 22, 23 kann beispielsweise anhand seiner Schwefelbeladung, NO_x -Beladung, Katalysatortemperatur oder seines irreversiblen Schädigungsgrades charakterisiert werden. Die notwendige Sensorik und die entsprechenden Verfahren zur Ermittlung des Katalysatorzustandes K sind bekannt und sollen daher an dieser Stelle nicht mehr näher erläutert werden. Bekannt sind auch die Maßnahmen M_i , die zum optimalen und dauerhaften Betrieb der NO_x -Speicherkatalysatoren 21, 22, 23 ergriffen werden müssen. So können in dem Steuergerät Prozeduren hinterlegt werden, die zur Durchführung einer NO_x -Regeneration, einer Entschwefelung und einer Katalysatorheizung dienen. Diese Prozeduren gehen bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Steuerung für mehrflutige Abgasreinigungsanlagen 60 einher mit einer Änderung der Betriebsmodi der Bänke 1, 2, 3.

[0020] Die Figur 1 sowie die im folgenden noch näher zu erläuternden Figuren 3 und 5 beinhalten ferner ein Zeitfenster, in dem jeweils dargestellt ist, welche Maßnahmen M_i in den einzelnen Bänken 1, 2, 3 jeweils gerade ergriffen werden. Dabei stehen Dreiecke für ein

Ende der Katalysatorheizung, Hexaeder für einen Beginn der NO_x -Regeneration und Rauten für einen Beginn der Entschwefelung. Ausgefüllte Flächen zeigen an, wann die Maßnahmen M_i jeweils tatsächlich ergriffen wurden, während nicht ausgefüllte Zeichen anzeigen, wann die jeweilige Maßnahme M_i in völlig autarken Bänken 1, 2, 3 ergriffen wurde.

[0021] Die Figur 6 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zur Steuerung des Betriebs des Mehrzylinder-motors 10, bei dem die Betriebsmodi jeder Bank 1, 2, 3 in Abhängigkeit von einem Koordinationsmodus sowie dem Katalysatorzustand K und/oder einer Schadstoffemission EM in allen Abgassträngen 11, 12, 13 durchgeführt werden können (koordinierte Steuerung). Zunächst werden Zustands- und Betriebsparameter P des Kraftfahrzeuges und seiner Aggregate in das Steuergerät eingelesen. Die Zustands- und Betriebsparameter P können beispielsweise einen Fahrerwunsch FW, eine Lastsituation LS, eine NO_x -Gesamtemission GE stromab aller Abgasstränge 11, 12, 13, eine NO_x -Rohemission RE des Mehrzylindermotors 10 und den Katalysatorzustand K umfassen. Die genannten Parameter P werden beispielsweise in ein Kennfeld aufgenommen, das der Bestimmung des Koordinationsmodus dient.

[0022] Ohne an dieser Stelle bereits näher darauf einzugehen, kann der Koordinationsmodus ein autarker Modus A, ein dominanter Modus D, ein gewichteter Modus G oder ein interaktiver Modus I sein. Jeder dieser Modi bestimmt, wie die erfaßten Katalysatorzustände beziehungsweise Schadstoffemissionen zu bewerten sind. Dazu wird jeweils ein die Maßnahme M_i einleitender beziehungsweise beendender Impuls ermittelt. Der einleitende Impuls kann derart bestimmt werden, daß zunächst entsprechend dem ermittelten Modus ein Kennwert $KW_{i,b}$ vorgegeben wird, der mit einem Schwellenwert $SW_{i,b}$ verglichen wird. Übersteigt der Kennwert $KW_{i,b}$ den Schwellenwert $SW_{i,b}$, so wird die Maßnahme M_i initiiert. Ein Abbruch der Maßnahme M_i erfolgt in nahezu äquivalenter Weise nach Ausgabe eines Stopimpulses. Dazu werden Kennwerte $KW_{i,e}$ beziehungsweise Schwellenwerte $SW_{i,e}$ miteinander verglichen.

[0023] Dem Zeitfenster der Figur 1 läßt sich sowohl der interaktive Modus I als auch der autarke Modus A für die exemplarisch gewählten Maßnahmen M_i entnehmen. Der autarke Modus A entspricht dabei dem nicht ausgefüllten Zeichen beziehungsweise dem gestrichelt umrandeten ausgefüllten Zeichen. Ein solcher Modus ist immer dann bevorzugt, wenn relativ konstante Betriebsbedingungen des Kraftfahrzeuges vorliegen und eine möglichst geringe Schadstoffemission erwünscht ist. Da sich ein solcher Modus nur unter einem erheblichen Rechenaufwand mit vorhandenen Motorsteuersystemen zur Antriebssteuerung koordinieren läßt, ist dieser Modus besonders vorteilhaft, wenn Phasen konstanter Last vorliegen.

[0024] Im interaktiven Modus I wird der Katalysatorzustand K und/oder die Schadstoffemission EM in jedem Abgasstrang 11, 12, 13 erfaßt und zur synchronen Steue-

rung aller Bänke 1, 2, 3 herangezogen. So wird beispielsweise das Katalysatorheizen erst beendet, wenn eine Mindest-Betriebstemperatur der NO_x -Speicherkatalysatoren 21, 22, 23 in allen Abgassträngen 11, 12, 13 erreicht ist. Alle Maßnahmen M_i werden demzufolge gleichzeitig in allen Bänken 1, 2, 3 eingeleitet und beendet, so daß sichergestellt werden kann, daß zum Betrieb der Abgasreinigungsanlage 60 optimale Bedingungen herrschen.

[0025] Die Figur 2 zeigt einen Verlauf der Luftverhältnisse in den einzelnen Abgassträngen 11, 12, 13 stromab der Katalysatoren 21, 22, 23 bei einer NO_x -Regeneration. Es herrschen in allen Bänken 1, 2, 3 magere Bedingungen. Zu einem Zeitpunkt T_1 besteht eine Regenerationsnotwendigkeit für alle drei Katalysatoren 21, 22, 23, und die Zusammensetzung des Abgases wird entsprechend einer fetten Sollvorgabe verändert. Während der Regeneration verharrt der Lambdawert stromab der Katalysatoren 21, 22, 23 zunächst auf einem stöchiometrischen Wert. In den Bänken 1 und 3 würde ein die Regeneration beendender impuls bereits zu den Zeitpunkten T_2 und T_3 vorliegen, nämlich nach Erreichen eines fetten Schwellenwertes SW_f . Statt aber direkt wieder in einen Normalbetrieb überzugehen, verharran die Bänke 1 und 3 im stöchiometrischen Betrieb, bis auch in der Bank 2 zum Zeitpunkt T_4 die Regeneration abgeschlossen ist.

[0026] Die Figur 3 zeigt unter anderem ein Zeitfenster eines gewichteten Modus G. Die nicht ausgefüllten Zeichen der unteren drei Reihen zeigen zur Verdeutlichung wieder den autarken Modus A, während die in der oberen Reihe aufgezeigten, ausgefüllten Zeichen die Zeitpunkte charakterisieren, an denen die Maßnahme M_i in jeder der Bänke 1, 2, 3 ergriffen wird. Im gewichteten Modus G wird der Katalysatorzustand K und/oder die Schadstoffemission in jedem Abgasstrang 11, 12, 13 erfaßt und mit einem Wichtungsfaktor F_W multipliziert. Die gewichteten Größen werden anschließend gemittelt (Mittelwert MW), wobei der Mittelwert MW dann zur Synchronsteuerung aller Bänke 1, 2, 3 herangezogen wird. Er entspricht dann jeweils den Kennwerten $\text{KW}_{i,b}$ beziehungsweise $\text{KW}_{i,e}$ der Figur 6.

[0027] Der Wichtungsfaktor F_W kann im einfachsten Falle bloß ein Verhältnis der Anzahl der Zylinder 50 in den einzelnen Bänken 1, 2, 3 zueinander berücksichtigen, so daß er in diesem Falle je ein Drittel betragen würde. Zusätzlich ist aber auch denkbar, daß er in Abhängigkeit von Katalysatorzustand K und gegebenenfalls der jeweils durchzuführenden Prozedur bestimmt wird. Auf diese Weise kann den tatsächlichen Verhältnissen besonders einfach Rechnung getragen werden. Ist beispielsweise der Katalysator 21 der Bank 1 aufgrund einer thermischen Schädigung in seiner Speicherkapazität bereits stark eingeschränkt, so würde dies zu sehr häufigen Regenerationen und damit erheblichen Kraftstoffmehrerbräuchen führen. In einem solchen Fall wird sinnvollerweise der Wichtungsfaktor F_W für die Bank 1 verkleinert, so daß der Einfluß der verbleibenden Bänke 2 und 3 größer wird.

[0028] In der Figur 4 sind die Verläufe einer NO_x -Emission in den Abgassträngen 11, 12, 13 stromab der Katalysatoren 21, 22, 23 (Kurven 76, 78, 80) und ein gemittelter Verlauf nach dem gewichteten Modus G (Kurve 82) dargestellt. In einem autarken System würden bereits in den Punkten T_5 und T_6 NO_x -Regenerationsmaßnahmen eingeleitet werden, wenn nämlich ein Schwellenwert $\text{SW}_{R,\text{NO}}$ für die NO_x -Regeneration in der jeweiligen Bank überschritten ist. Werden die NO_x -Emissionen wie geschildert gemittelt, wird ab einem Zeitpunkt T_7 die Regeneration initiiert, auch wenn in einer der Bänke noch NO_x -Speicherkapazität vorhanden ist.

[0029] Der Figur 5 ist ein Zeitfenster für den dominanten Modus D zu entnehmen. Im dominanten Modus D wird der Katalysatorzustand K und/oder die Schadstoffemission EM nur in einem der Abgasstränge 11, 12 oder 13 erfaßt und zur Synchronsteuerung aller Bänke 1, 2, 3 herangezogen. In diesem Fall ist exemplarisch der Bank 1 eine solche dominante Stellung eingeräumt worden. Eine solche Maßnahme kann immer dann ergriffen werden, wenn infolge einer betriebsbedingten Situation oder durch dauerhafte bauliche Veränderungen die Schadstoffemission der Bank 1 die der anderen Bänke bei weitem übersteigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Betriebs eines Mehrzylinder Motors (10) für Kraftfahrzeuge mit einer mehrflutigen Abgasreinigungsanlage (60), die aus mindestens zwei Abgassträngen (11, 12, 13) besteht, welche jeweils einer Anzahl von Zylindern (50) aufweisenden Bank (1, 2, 3) zugeordnet sind, wobei jeder Abgasstrang (11, 12, 13) jeweils zumindest einen NO_x -Speicherkatalysator (21, 22, 23) und einen Gassensor umfasst, und bei dem Betriebsmodi der Bänke (1, 2, 3) gemäß einem Koordinationsmodus in Abhängigkeit von einem Katalysatorzustand (K) und/oder einer Schadstoffemission (EM) der Abgasstränge (11, 12, 13) eingestellt werden, wobei der Koordinationsmodus in Abhängigkeit von Zustands- und Betriebsparametern (P) des Kraftfahrzeuges und seiner Aggregate aus den folgenden Modi gewählt wird:

- einem dominanten Modus (D), bei dem der Katalysatorzustand (K) und/oder die Schadstoffemission (EM) nur eines Abgasstrangs (11, 12, 13) erfaßt wird und alle Bänke (1, 2, 3) in Abhängigkeit hiervon synchron gesteuert werden,
- einem interaktiven Modus (I), bei dem der Katalysatorzustand (K) und/oder die Schadstoffemission (EM) sämtlicher Abgasstränge (11, 12, 13) erfaßt wird und alle Bänke (1, 2, 3) in Abhängigkeit hiervon synchron gesteuert werden,
- einem gewichteten Modus (G), bei dem der Katalysatorzustand (K) und/oder die Schadstoff-

- femission (EM) sämtlicher Abgasstränge (11, 12, 13) erfasst, mit einem Wichtungsfaktor (F_w) multipliziert und die gewichteten Größen zu einem Mittelwert (MW) gemittelt werden und sämtliche Bänke (1, 2, 3) in Abhängigkeit des Mittelwerts (MW) synchron gesteuert werden, oder
- einem autarken Modus (A), bei dem jede Bank (1, 2, 3) nur in Abhängigkeit des Katalysatorzustands (K) und/oder der Schadstoffemission (EM) des jeweils zugeordneten Abgasstrangs (11, 12, 13) gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Koordinationsmodi in Abhängigkeit von den Zustands- und Betriebsparametern (P) des Kraftfahrzeuges und seiner Aggregate während des Betriebs des Mehrzylindermotors (10) gewechselt wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zustands- und Betriebsparameter (P) einen Fahrerwunsch (FW), eine Lastsituation (LS), eine NO_x -Gesamtemission (GE) stromab aller Abgasstränge (11, 12, 13), eine NO_x -Rohemission (RE) des Mehrzylindermotors (10) und den Katalysatorzustand (K) umfassen.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsmodi der Bänke (1, 2, 3) Prozeduren zur Durchführung einer NO_x -Regeneration, einer Entschwefelung und einer Katalysatorheizung umfassen.
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Charakterisierung des Katalysatorzustandes (K) eine Schwefelbeladung und/oder eine NO_x -Beladung und/oder eine Katalysatortemperatur und/oder ein irreversibler Schädigungsgrad und/oder eine aktuelle NO_x -Speichedähigkeit des NO_x -Speicherkatalysators (21, 22, 23) im Vergleich zu einer gemessenen oder modellierten NO_x -Speicherfähigkeit eines frischen NO_x -Speicherkatalysators dient.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im gewichteten Modus (G) der Katalysatorzustand (K) und/oder die Schadstoffemission (EM) in jedem Abgasstrang stromab des zumindest einen NO_x -Speicherkatalysators (21, 22, 23) erfasst wird.
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im gewichteten Modus (G) der Wichtungsfaktor (F_w) in Abhängigkeit vom Katalysatorzustand (K) bestimmt wird.
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im gewichteten Modus (G) der Wichtungsfaktor (F_w) für jede durchzuführende Prozedur gesondert bestimmt wird.
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im interaktiven Modus (I)
 - ein einleitender Impuls für die NO_x -Regeneration, die Entschwefelung oder die Katalysatorheizung vorliegt, wenn in einem der Abgasstränge (11, 12, 13) eine Notwendigkeit für diese Maßnahmen besteht, und
 - ein beendender Impuls für die NO_x -Regeneration, die Entschwefelung oder die Katalysatorheizung vorliegt, wenn in jedem der Abgasstränge (11, 12, 13) die Maßnahme beendet ist.
 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Gassensor ein NO_x -Sensor verwendet wird, der eine NO_x -Emission stromab des NO_x -Speicherkatalysators (21, 22, 23) erfasst.
 11. Vorrichtung zur Steuerung eines Betriebes eines Mehrzylindermotors (10) für Kraftfahrzeuge mit einer mehrflutigen Abgasreinigungsanlage (60), die aus mindestens zwei Abgassträngen (11, 12, 13) besteht, welche jeweils einer Anzahl von Zylindern (50) aufweisenden Bank (1, 2, 3) zugeordnet sind, wobei jeder Abgasstrang jeweils zumindest einen NO_x -Speicherkatalysator (21, 22, 23) und einen Gassensor umfasst, und bei der Mittel vorhanden sind, mit denen Betriebsmodi der Bänke (1, 2, 3) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 einstellbar sind.
 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Mittel ein Steuergerät umfassen, in dem eine Prozedur zur koordinierten Steuerung in digitalisierter Form hinterlegt ist.
 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät Teil eines Motorsteuergerätes ist.
 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gassensor ein NO_x -Sensor und/oder eine Lambdasonde ist.

Claims

1. Method for controlling operation of a multi-cylinder engine (10) for motor vehicles having a multi-channel exhaust-gas purification system (60) which is composed of at least two exhaust sections (11, 12, 13)

which are assigned to in each case one bank (1, 2, 3) which has a number of cylinders (50), with each exhaust section (11, 12, 13) comprising in each case at least one No, storage catalytic converter (21, 22, 23) and a gas sensor, and in which method operating modes or the banks (1, 2, 3) are set according to a coordination mode as a function of a catalytic converter state (K) and/or a pollutant emission (EM) of the exhaust sections (11, 12, 13), with the coordination mode being selected as a function of state and operating parameters (P) of the motor vehicle and its assemblies from the following modes:

- a dominant mode (D) in which the catalytic converted state (K) and/or the pollutant emission (EM) of only one exhaust section (11, 12, 13) is detected and all the banks (1, 2, 3) are controlled synchronously as a function thereof,
 - an interactive mode (I) in which the catalytic converter state (K) and/or the pollutant emission (EM) of all the exhaust sections (11, 12, 13) is detected and all the banks (1, 2, 3) are controlled synchronously as a function thereof,
 - a weighted mode (G) in which the catalytic converter state (K) and/or the pollutant emission (EM) of all the exhaust sections (11, 12, 13) is detected and multiplied by a weighting factor (F_w) and the weighted values are averaged to form a mean value (MW), and all the banks (1, 2, 3) are controlled synchronously as a function of the mean value (MW), or
 - a self-sufficient mode (A) in which each bank (1, 2, 3) is controlled only as a function of the catalytic converter state (K) and/or the pollutant emission (EM) of the respectively associated exhaust section (11, 12, 13).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** switching between the coordination modes takes place during the operation of the multi-cylinder engine (10) as a function of the state and operating parameters (P) of the motor vehicle and its assemblies.
 3. Method according to Claim 1 or 2. **characterized in that** the state and operating parameters (P) include a driver demand (FW), a load situation (LS), a NO_x overall emission (GE) downstream of all the exhaust sections (11, 12, 13), a NO_x untreated emission (RE) of the multi-cylinder engine (10), and the catalytic converter state (K).
 4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the operating modes of the banks (1, 2, 3) include procedures for carrying out a NO_x regeneration, a desulphurization and catalytic converter heating.

5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the catalytic converter state (K) is **characterized by** a sulphur loading and/or a NO_x loading and/or a catalytic converter temperature and/or an irreversible degree of damage and/or a present NO_x storage capability of the NO_x storage catalytic converter (21, 22, 23) compared to a measured or modelled NO_x storage capability of a fresh NO_x storage catalytic converter.
6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that**, in the weighted mode (G), the catalytic converter state (K) and/or the pollutant emission (EM) in each exhaust section downstream of the at least one NO_x storage catalytic converter (21, 22, 23) is detected.
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the weighted mode (G), the weighting factor (F_w) is determined as a function of the catalytic converter state (K).
8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the weighted mode (G), the weighting factor (F_w) is determined separately for each procedure to be carried out.
9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the interactive mode (I),
 - an initiating impulse for the NO_x regeneration, the desulphurization or the catalytic converter heating is present if a need for these measures exists in one of the exhaust sections (11, 12, 13), and
 - an ending impulse for the NO_x regeneration, the desulphurization or the catalytic converter heating exists if the measure is ended in each of the exhaust sections (11, 12, 13).
10. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, as a gas sensor, use is made of a NO_x sensor which detects a NO_x emission downstream of the NO_x storage catalytic converter (21, 22, 23).
11. Device for controlling operation of a multi-cylinder engine (10) for motor vehicles having a multi-channel exhaust-gas purification system (60) which is composed of at least two exhaust sections (11, 12, 13) which are assigned to in each case one bank (1, 2, 3) which has a number of cylinders (50), with each exhaust section comprising in each case at least one NO_x storage catalytic converter (21, 22, 23) and a gas sensor, and in which device means are provided with which operating modes of the banks (1, 2, 3) can be set according to a method according to one of Claims 1 to 10.

12. Device according to Claim 11, **characterized in that** said means comprise a control unit in which a procedure for coordinated control is stored in digitalized form.
13. Device according 10 Claim 12, **characterised in that** the control 1 unit is part of an engine control unit.
14. Device according to one of Claims 11 to 13, **characterized in that** the gas sensor is a NO_x sensor and/or a lambda probe.

Revendications

1. Procédé pour commander un fonctionnement d'un moteur a plusieurs cylindres (10) pour véhicules automobiles comprenant un équipement de purification des gaz d'échappement (60) à plusieurs flux, lequel se compose d'au moins deux branches a gaz d'échappement (11, 12, 13) auxquelles est à chaque fois associé un bloc (1, 2, 3) qui présente une pluralité de cylindres (50), chaque branche à gaz d'échappement (11, 12, 13) incluant à chaque fois au moins un catalyseur à accumulation de NO_x (21, 22, 23) et un détecteur de gaz, et selon lequel les modes de fonctionnement des blocs (1, 2, 3) sont réglés conformément à un mode de coordination en fonction d'un état de catalyseur (K) et/ou d'une émission de substances nocive (EM) des branches à gaz d'échappement (11, 12, 13), le mode de coordination étant sélectionné en fonction de paramètres d'état et de fonctionnement (P) du véhicule automobile et de ses groupes parmi les modes suivants :

- un mode dominant (D) avec lequel l'état du catalyseur (K) et/ou l'émission de substances nocives (EM) d'une seule branche à gaz d'échappement (11, 12, 13) est détecté et tous les blocs (1, 2, 3) sont commandés de manière synchrone en fonction de celui-ci,
- un mode interactif (I) avec lequel l'état du catalyseur (K) et/ou l'émission de substances nocives (EM) de toutes les branches à gaz d'échappement (11, 12, 13) est détecté et tous les blocs (1, 2, 3) sont commandés de manière synchrone en fonction de celui-ci,
- un mode pondéré (G) avec lequel l'état du catalyseur (K) et/ou l'émission de substances nocives (EM) de toutes les branches à gaz d'échappement (11, 12, 13) est détecté, multiplié par un facteur de pondération (F_W) et les grandeurs pondérées sont moyennées en une valeur moyenne (MW) et tous les blocs (1, 2, 3) sont commandés de manière synchrone en fonction de la valeur moyenne (MW), ou
- un mode autosuffisant (A) avec lequel chaque bloc (1, 2, 3) n'est commandé qu'en fonction de

l'état du catalyseur (K) et/ou de l'émission de substances nocives (EM) de la branche à gaz d'échappement (11, 12, 13) qui lui est respectivement associée.

5

2. procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mode de coordination change pendant le fonctionnement du moteur à plusieurs cylindres (10) en fonction des paramètres d'état et de fonctionnement (P) du véhicule automobile et de ses groupes.

10

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les paramètres d'état et de fonctionnement (P) englobent un souhait du conducteur (FW), une situation de charge (LS), une émission totale de NO_x (GE) en aval de toutes les branches a gaz d'échappement (11, 12, 13), une émission brute de NO_x (RE) du moteur à plusieurs cylindres (10) et l'état du catalyseur (K).

15

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérise en ce que** les modes de fonctionnement des blocs (1, 2, 3) comprennent des procédures pour exécuter une régénération des NO_x, une désulfuration et un chauffage du catalyseur.

20

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** charge en soufre et/ou une charge en NO_x et/ou une température du catalyseur et/ou un degré de détérioration irréversible et/ou une capacité d'accumulation de NO_x actuelle du catalyseur à accumulation de NO_x (21, 22, 23) par rapport à une capacité d'accumulation de NO_x mesurée ou modélisée d'un catalyseur à accumulation de NO_x neuf sert à la caractérisation de l'état du catalyseur (K).

25

30

35

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérise en ce qu'en** mode pondéré (G), l'état du catalyseur (K) et/ou l'émission de substances nocives (EM) dans chaque branche à gaz d'échappement est détecté en aval de l'au moins un catalyseur à accumulation de NO_x (21, 22, 23).

40

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérise en ce qu'en** mode pondéré (G), le facteur de pondération (F_W) est déterminé en fonction de l'état du catalyseur (K).

45

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'en** mode pondéré (G), le facteur de pondération (F_W) est déterminé séparément pour chaque procédure à accomplir.

50

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'en** mode interactif (I),

55

- une impulsion d'amorçage pour la régénéra-

tion des NOx, la désulfuration ou le chauffage du catalyseur est présente lorsque ces mesures sont nécessaires dans l'une des branches à gaz d'échappement (11, 12, 13), et

- une impulsion de terminaison pour la régénération des NOx, la désulfuration ou le chauffage du catalyseur est présente lorsque cette mesure est terminée dans chacune des branches à gaz d'échappement (11, 12, 13).

5

10

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le détecteur de gaz utilise est un détecteur de NOx qui détecte une émission de NOx en aval du catalyseur à accumulation de NOx (21, 22, 23).

15

11. Dispositif pour commander un fonctionnement d'un moteur à plusieurs cylindres (10) pour véhicules automobiles comprenant un équipement de purification des gaz d'échappement (60) à plusieurs flux, lequel se compose d'au moins deux branches à gaz d'échappement (11, 12, 13) auxquelles est à chaque fois associé un bloc (1, 2, 3) qui présente une pluralité de cylindres (50), chaque branche à gaz d'échappement (11, 12, 13) incluant à chaque fois au moins un catalyseur à accumulation de NOx (21, 22, 23) et un détecteur de gaz, et avec lequel il existe des moyens qui permettent de régler les modes de fonctionnement des blocs (1, 2, 3) conformément à un procédé selon l'une des revendications 1 à 10.

20

25

30

12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les moyens incluent un nodule de commande dans lequel est enregistrée sous forme numérique une procédure de commande coordonnée.

35

13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le module de commande est une partie d'un nodule de commande de moteur.

40

14. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** le détecteur de gaz est un détecteur de NOx et/ou une sonde Lambda.

45

50

55

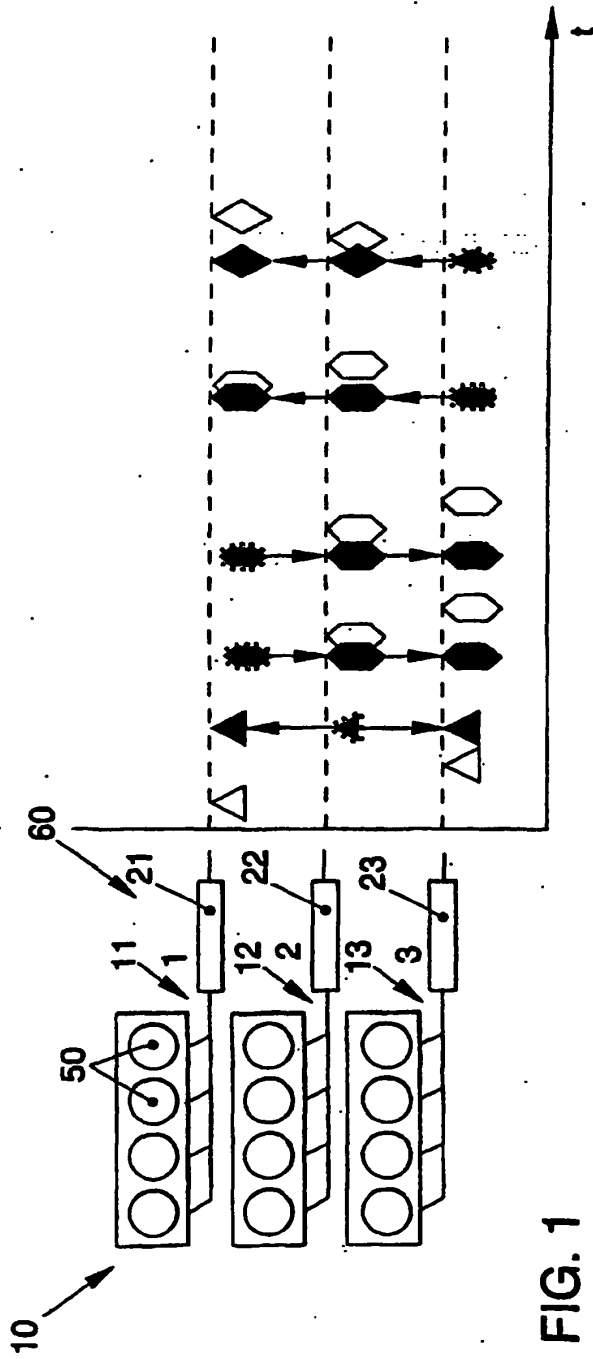


FIG. 1

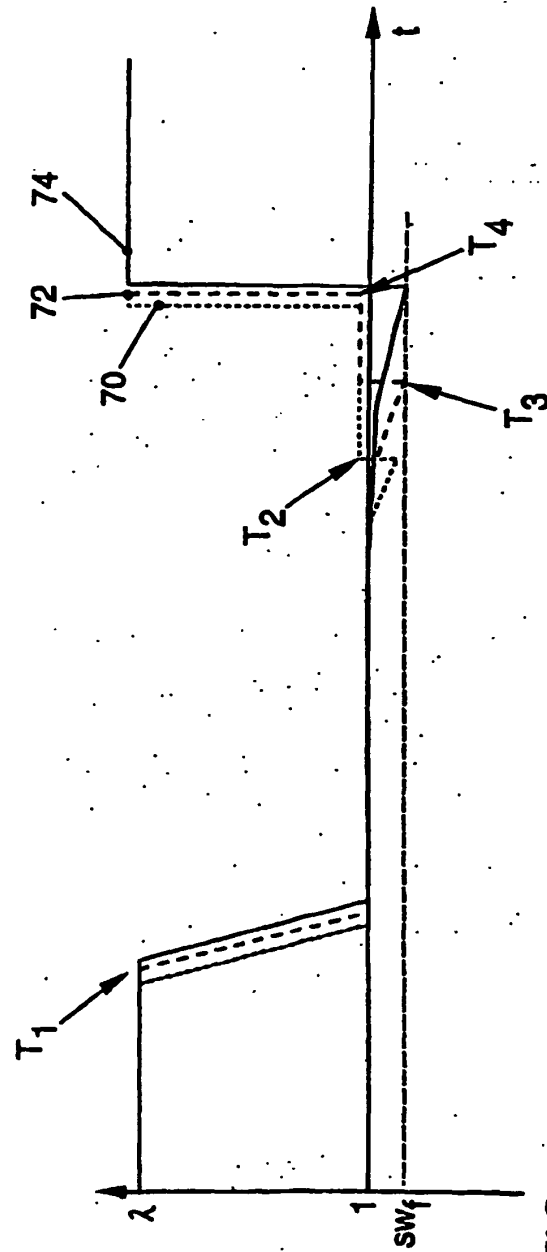


FIG. 2

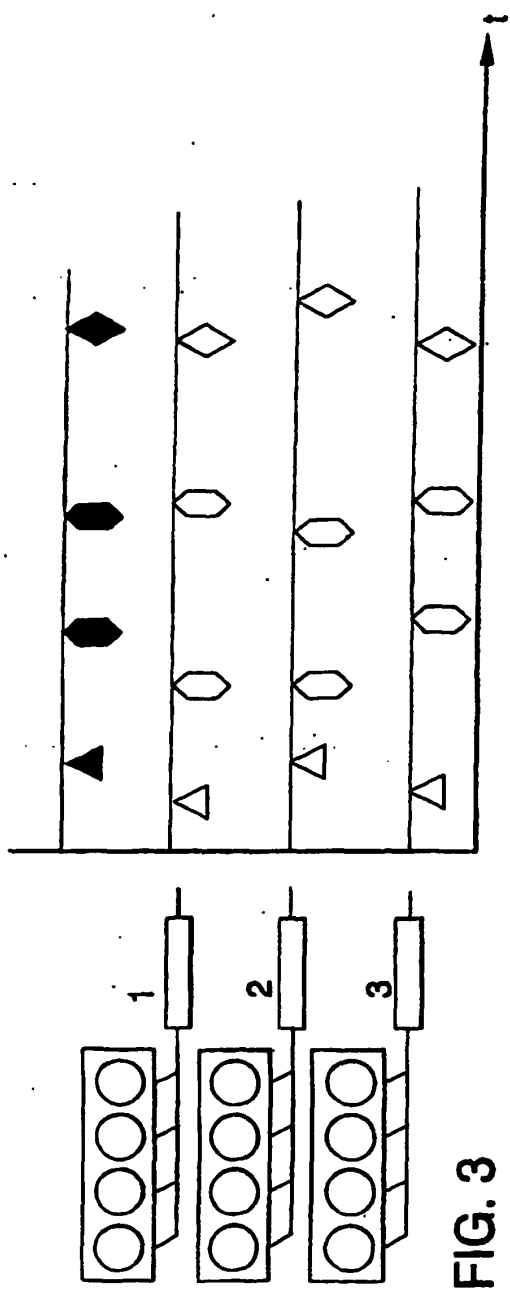


FIG. 3

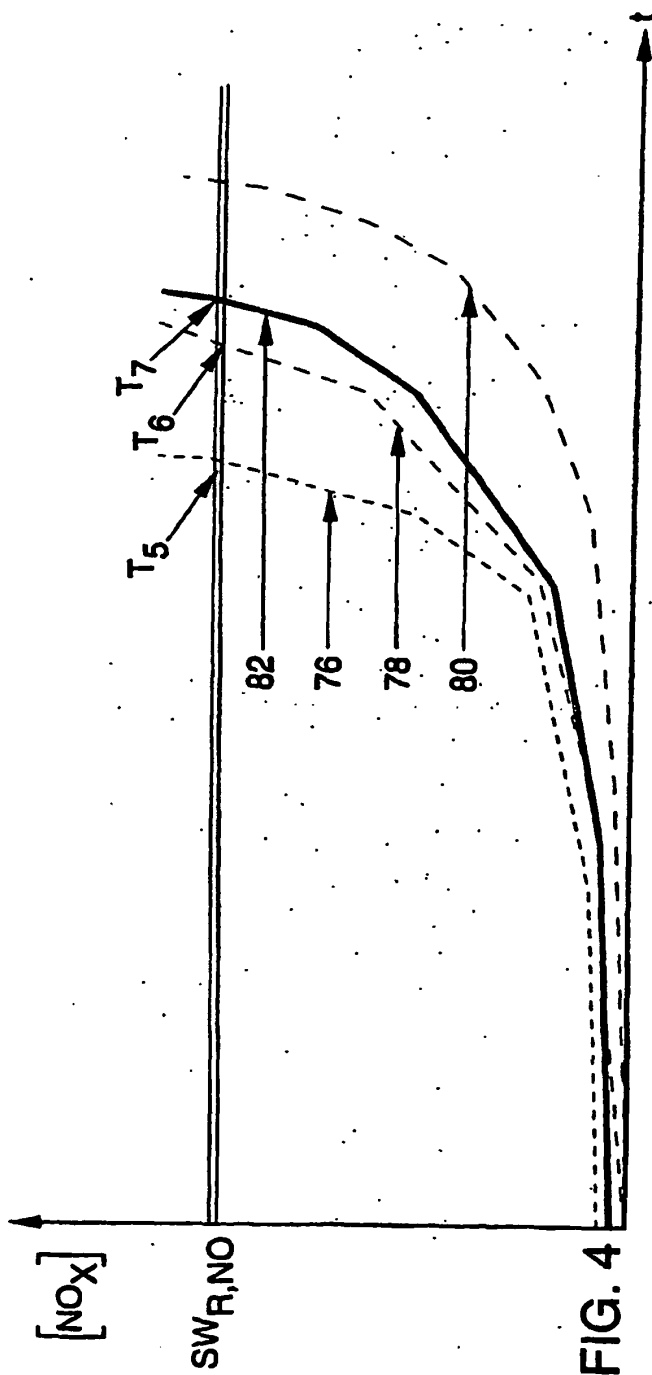
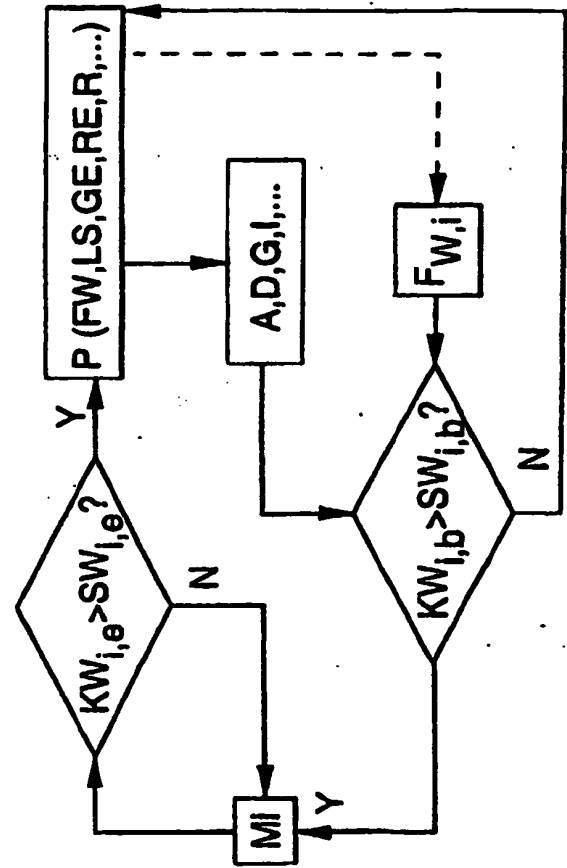
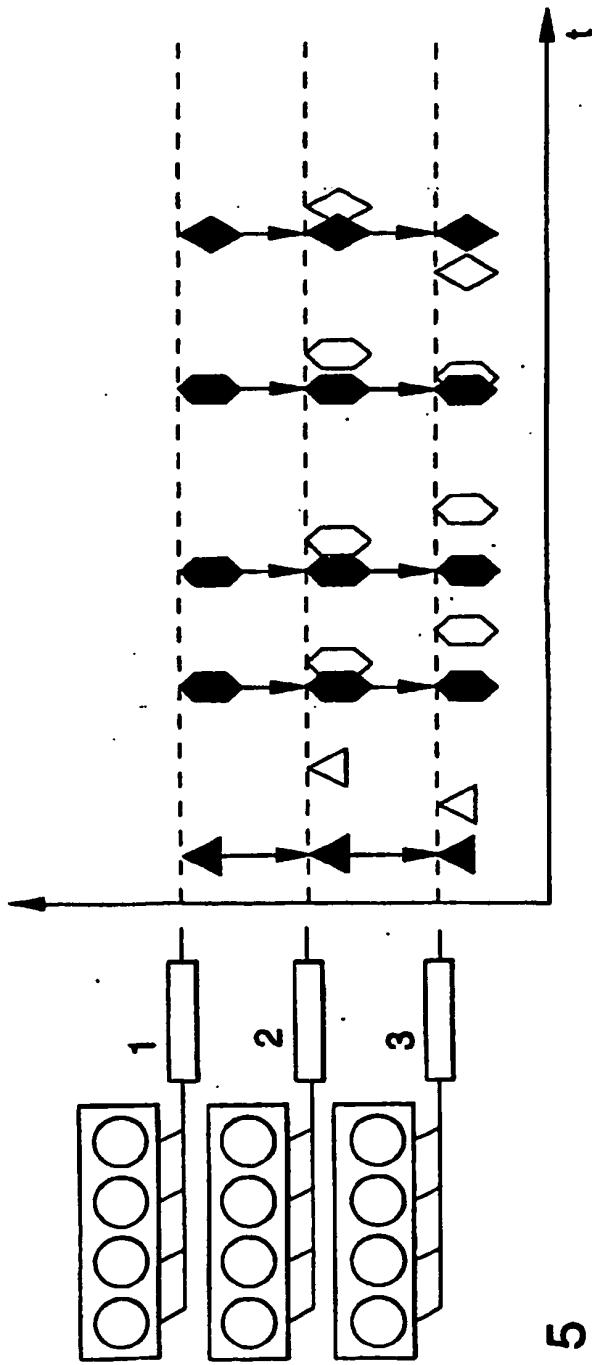


FIG. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5586432 A [0005]