



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.03.2004 Patentblatt 2004/14

(51) Int Cl.7: **F02D 41/30, F02D 41/02**

(21) Anmeldenummer: **03021026.4**

(22) Anmeldetag: **17.09.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder:
• **Pott, Ekkehard, Dr.**
38518 Gifhorn (DE)
• **Sperling, Helmut**
38518 Gifhorn (DE)
• **Stiebels, Bernd, Dr.**
38528 Adenbüttel (DE)

(30) Priorität: **24.09.2002 DE 10244391**

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(74) Vertreter: **Kandlbinder, Markus Christian et al**
Zeitler, Dickel, Kandlbinder,
Herrnstrasse 44
80539 München (DE)

(54) **Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, welche ein Katalysatorsystem mit einem NO_x-Speicherkatalysator aufweist, in verschiedenen Betriebsarten, wobei sich in wenigstens einer ersten Betriebsart NO_x in den NO_x-Speicherkatalysator einlagert und in wenigstens einer zweiten Betriebsart NO_x aus dem NO_x-Speicherkatalysator abgegeben wird. Hierbei ist in einem Last-Drehzahl-Kennfeld der Brennkraftmaschine

zwischen einem ersten Kennfeldbereich, in dem die erste Betriebsart zugelassen ist, und einem zweiten Kennfeldbereich, in dem die zweite Betriebsart zugelassen ist, ein dritter Kennfeldbereich vorgesehen, in dem die Brennkraftmaschine lediglich für eine vorbestimmte Zeitdauer in der ersten Betriebsart betrieben wird und nach Ablauf der vorbestimmten Zeitdauer in die zweite Betriebsart des zweiten Kennfeldbereichs umgeschaltet wird.

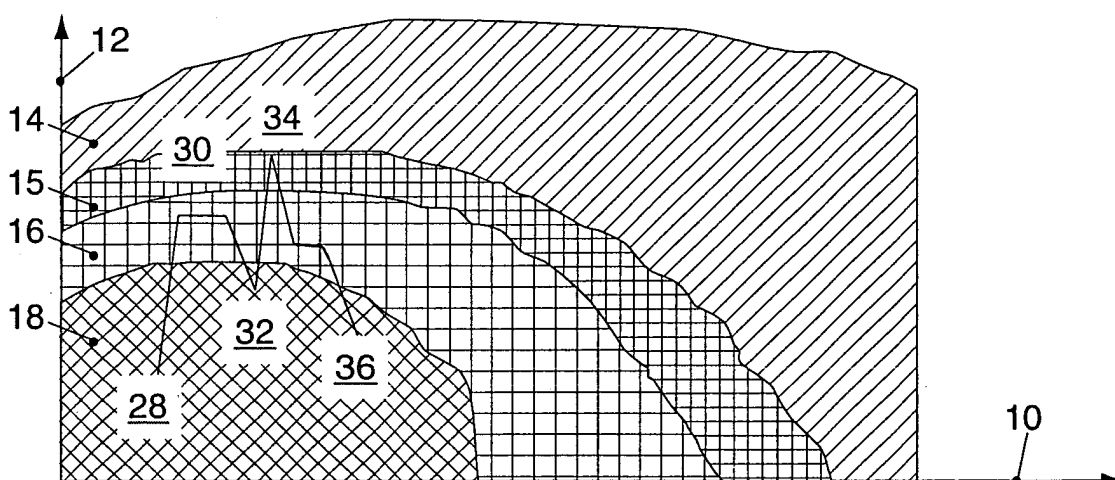


FIG. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, welche ein Katalysatorsystem mit einem NO_x-Speicherkatalysator aufweist, in verschiedenen Betriebsarten, wobei sich in wenigstens einer ersten Betriebsart NO_x in den NO_x-Speicherkatalysator einlagert und in wenigstens einer zweiten Betriebsart NO_x aus dem NO_x-Speicherkatalysator abgegeben wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 2.

[0002] Bei direkteinspritzenden, schichtladefähigen Ottomotoren mit Katalysatorsystem sind mehrere Betriebsarten möglich, wobei jedem Punkt in einem Last-Drehzahl-Kennfeld der Brennkraftmaschine eine bestimmte Betriebsartenzulassung zugeordnet ist: Ein stöchiometrischer Homogenbetrieb mit Lambda gleich 1,0 im gesamten Kennfeldbereich; ein Schichtbetrieb bei kleinen Lasten und Drehzahlen sowie ein Homogen-Magerbetrieb mit Lambda bis maximal 1,6 bis in den Bereich mittlerer Lasten und Drehzahlen. Grundsätzlich wird angestrebt, die betriebspunktabhängig verbrauchsgünstigste Betriebsart zu wählen. Aus verschiedenen Gründen ist dies jedoch nicht immer möglich: Bei kaltem Motor und Katalysatorsystem wird zunächst nur der stöchiometrische Homogenbetrieb zugelassen, bis das Katalysatorsystem eine gewisse Mindesttemperatur erreicht bzw. überschritten hat. Zusätzlich muß beispielsweise der Schichtbetrieb und der Homogen-Magerbetrieb periodisch zur NO_x-Regeneration oder Entschwefelung verlassen werden.

[0003] Aus der EP 0 894 962 A2 ist eine Katalysatoranordnung bekannt, bei der eine Gemischanfettung nur dann zugelassen wird, wenn die Brennkraftmaschine nach einer gewissen Zeitdauer nach Umschaltung der Betriebsart einen stabilen Zustand erreicht hat.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der obengenannten Art bzgl. der Betriebsartenumschaltung so zu modifizieren, daß unter Beibehaltung eines insgesamt emissionsgünstigen Betriebes eine Verbrauchsminderung erzielt wird.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der o.g. Art mit den in Anspruch 1 bzw. 2 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß wenigstens einem Punkt in einem Last-Drehzahl-Kennfeld der Brennkraftmaschine eine vorbestimmte, maximale Zeitspanne für jede erste Betriebsart zugeordnet ist, nach der in eine, diesem Punkt zugeordnete zweite Betriebsart umgeschaltet wird.

[0007] Alternativ ist in einem Last-Drehzahl-Kennfeld der Brennkraftmaschine zwischen einem ersten Kennfeldbereich, in dem die erste Betriebsart zugelassen ist, und einem zweiten Kennfeldbereich, in dem die zweite Betriebsart zugelassen ist, ein dritter Kennfeldbereich vorgesehen, in dem die Brennkraftmaschine lediglich

für eine vorbestimmte Zeitdauer in der ersten Betriebsart betrieben wird und nach Ablauf der vorbestimmten Zeitdauer in die zweite Betriebsart des zweiten Kennfeldbereichs umgeschaltet wird.

[0008] Dies hat den Vorteil, daß bei einem nur kurzfristigen Wechsel des Zustandes der Brennkraftmaschine von einem ersten Betriebszustand, in dem die Brennkraftmaschine in der ersten Betriebsart betrieben wird, in einen zweiten Betriebszustand, in dem die Brennkraftmaschine in der zweiten Betriebsart betrieben werden soll, nicht sofort in die zweite Betriebsart und ggf. in eine NO_x-Regeneration umgeschaltet wird, welche eine Ausführung einer verbrauchsgünstigen ersten Betriebsart für eine gewisse nachfolgende Zeit blockieren würde, so daß sich insgesamt eine Verbrauchsminderung bei keiner wesentlichen Verschlechterung der Emissionseigenschaften einstellt.

[0009] Beispielsweise umfaßt die erste Betriebsart einen Magerbetrieb, insbesondere einen Schichtbetrieb und/oder einen Homogen-Magerbetrieb, mit einem Wert Lambda für ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis größer 1,1 und die zweite Betriebsart einen stöchiometrisch homogenen Betrieb mit einem Wert Lambda für ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis gleich 1.

[0010] Zweckmäßigerweise ist eine dritte Betriebsart mit einer NO_x-Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators und einem Wert Lambda für ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis kleiner 1 vorgesehen, wobei in Abhängigkeit von einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine und einem Beladungszustand des NO_x-Speicherkatalysators zu dieser dritten Betriebsart umgeschaltet wird.

[0011] Beispielsweise ist die vorbestimmte, maximale Zeitspanne kleiner oder gleich 80% derjenigen Zeitspanne, welche zwischen zwei NO_x-Regeneration bei einem ununterbrochenen Betrieb in der diesem Punkt zugeordneten ersten Betriebsart vergeht.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die vorbestimmte, maximale Zeitspanne einen Wert zwischen 0 und 20 Sekunden, insbesondere einen Wert zwischen 0 und 5 Sekunden auf.

[0013] Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen. Diese zeigen in

Fig. 1 eine grafische Darstellung eines Last-Drehzahl-Kennfeldes gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine grafische Darstellung von Fahrgeschwindigkeit und angefordertem Moment, welche über eine Zeit aufgetragen sind, gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine grafische Darstellung eines Last-Drehzahl-Kennfeldes gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 4 eine grafische Darstellung von Fahrgeschwindigkeit und angefordertem Moment, welche über eine Zeit aufgetragen sind, gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung von Fig. 3,

Fig. 5 eine grafische Darstellung eines Last-Drehzahl-Kennfeldes gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

[0014] Fig. 3 veranschaulicht grafisch eine erste bevorzugte Ausführungsform eines Last-Drehzahl-Kennfeldes einer Brennkraftmaschine für ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei auf der horizontalen Achse 10 eine Drehzahl und auf der vertikalen Achse 12 ein Motor-moment (Nm) aufgetragen sind. Das Last-Drehzahl-Kennfeld ist in Bereiche 14, 15, 16 und 18 aufgeteilt. Im Bereich 14 ist ein stöchiometrisch homogener Betrieb, im Bereich 16 ist ein homogen-mager Betrieb und im Bereich 18 ist ein Schichtbetrieb zugelassen. Die Betriebsarten stöchiometrisch homogen und homogen-mager sind auch in den jeweils darunter liegenden Bereichen 15, 16 und 18 zugelassen. Fig. 4 veranschaulicht grafisch einen zugehörigen Verlauf von Fahrgeschwindigkeit 20 und angefordertem Moment 22, welche auf der vertikalen Achse 24 aufgetragen sind, über die Zeit (sec), welche auf der horizontalen Achse 26 aufgetragen ist. Es sind in Fig. 3 und 4 besondere Betriebspunkte 28, 30, 32, 34 und 36 gekennzeichnet.

[0015] Die vorgenannten Betriebsarten stöchiometrisch homogen, homogen-mager und Schichtladebetrieb unterliegen einer gewissen hierarchischen Ordnung. Dabei stellt der Schichtbetrieb die niedrigste Hierarchie dar, gefolgt vom homogen-mager Betrieb. Die höchste Hierarchiestufe hat der stöchiometrisch homogene Betrieb. Dies bedeutet, daß die Betriebsart mit der niedrigsten Hierarchie, der Schichtbetrieb, nur in dem entsprechend zugewiesenen Betriebsfenster (Bereich 18) zugelassen wird, während die höher eingeordneten Betriebsarten auch in den Betriebsfenstern (Bereiche 15, 16 und 18) der niedriger eingeordneten Betriebsarten vorkommen können. So kann bei kleinen Lasten und Drehzahlen (Bereich 18) sowohl der Schichtbetrieb als auch beispielsweise der homogen-mager Betrieb zugelassen werden, während bei hohen Lasten und Drehzahlen (Bereiche 14, 15 und 16) keinesfalls der Schichtbetrieb zulässig ist.

[0016] Größe und Form der Betriebsfenster (Bereiche 14, 15, 16 und 18) richten sich nach verschiedenen Anforderungen. Ein wichtiges Kriterium liegt darin, die Betriebsart mit dem günstigsten Verbrauch zu bevorzugen. Als weitere Kriterien werden Abgaszusammensetzung, Laufruhe, Abgastemperatur, Klopfneigung usw. herangezogen. Wird im dynamischen Betrieb ein Betriebsartenbereich 16 oder 18 in Richtung höhere Drehzahlen und/oder Lasten verlassen, so wird auf eine höher priorisierte Betriebsart umgeschaltet, d.h. beispielsweise vom Schichtbetrieb (Bereich 18) in den homogen-ma-

ger Betrieb (Bereich 16) oder den stöchiometrisch homogenen Betrieb (Bereich 14) und vom homogen-mager Betrieb (Bereich 16) in den stöchiometrisch homogenen Betrieb (Bereich 14).

[0017] Die Betriebsartengrenze des homogen-mager Betriebs ist in hohem Maße durch die Abgaszusammensetzung definiert. Der bei magerlauffähigen Ottomotoren üblicherweise eingesetzte NOx-Speicherkatalysator benötigt zum Erreichen optimaler NOx-Einlagerungswirkungsgrade eine Beaufschlagung mit einem möglichst niedrigen NOx-Massenstrom bei möglichst niedrigem Abgasmassenstrom und zugleich die Einhaltung eines Arbeitstemperaturfensters von ca. 250°C bis maximal ca. 500°C. Bei höheren Lasten (> ca. 5 bar effektiver Mitteldruck) nimmt der NOx-Massenstrom deutlich zu und kann Werte von 50 g/h überschreiten. Bei einem länger andauernden Betrieb wird der NOx-Speicherkatalysator bei diesen NOx-Massenströmen sehr schnell gesättigt, so daß entweder eine sehr häufige NOx-Regeneration erforderlich ist, was Verbrauchsnachteile und auch Emissionsnachteile mit sich bringt, da bei jeder NOx-Regeneration ein kleiner Schadstoffdurchbruch erfolgt, oder bei Inkaufnahme höherer NOx-Durchbrüche die erforderliche Schadstoffkonvertierung nicht erreichbar ist.

[0018] Erfindungsgemäß ist im Last-Drehzahl-Kennfeld gemäß Fig. 3 zusätzlich der Bereich 15 vorgesehen, in dem nur ein temporärer Aufenthalt in einer Betriebsart vorgesehen ist, bei der sich NOx im NOx-Speicherkatalysator einlagert. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist um den Bereich 16, in dem der homogen-mager Betrieb zugelassen ist, ein Lastgürtel 15 von 1 bis 4 bar Breite und/oder ein Drehzahlgürtel von max. 1000/min in das Betriebsfenster 14 für den stöchiometrisch homogenen Betrieb eingefügt. In diesem Bereich 15 ist für eine vorbestimmte Zeitdauer von beispielsweise 0,5 s bis 20 s, insbesondere 2 s bis 5 s, der homogen-mager Betrieb zugelassen. Bei Überschreiten dieses Zeitfensters, d.h. wenn sich der aktuelle Betriebszustand der Brennkraftmaschine länger als die vorbestimmte Zeitdauer in dem Bereich 15 befindet, wird der homogen-mager Betrieb zugunsten des stöchiometrisch homogenen Betriebs verlassen. Dieser Gürtel 15 ist im wesentlichen wegen der hohen NOx-Rohemissionen für einen dauernden homogen-mager Betrieb ungeeignet.

[0019] Um den besonderen Vorteil der Erfindung darzulegen, ist in den Fig. 3 und 4 beispielhaft ein Betriebsverlauf über Betriebspunkte 28, 30, 32, 34 und 36 dargestellt, der mit einem entsprechenden Betriebsverlauf bei herkömmlichem Last-Drehzahl-Kennfeld gemäß Fig. 1 und 2 verglichen wird. In Fig. 1 und 2 sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, wie in den Fig. 3 und 4. Nach längerem Magerbetrieb (28 bis 32) wird die Lastgrenze für homogen-mager Betrieb kurzzeitig überschritten (Betriebspunkt 34) und anschließend befindet sich der Betriebszustand der Brennkraftmaschine wieder im Betriebsfenster 18 für

den Schichtbetrieb (Betriebspunkt 36).

[0020] Wie sich aus den Fig. 1 und 2 ergibt, wird bei einem derartigen Betriebsverlauf am Betriebspunkt 34 sofort der stöchiometrisch homogenen Betrieb angefordert. Da der NOx-Speicherkatalysator zu diesem Zeitpunkt bereits eine gewisse NOx-Masse eingelagert hat, wird unmittelbar eine NOx-Regeneration angefordert, da ohne diese NOx-Regeneration im Betrieb mit $\lambda = 1$ die vorher eingelagerten Stickoxide (NOx) weitgehend unkonvertiert wieder ausgetrieben würden. Die kurze Lastanforderung bei 34 bewirkt somit einen längeren Betrieb in einer Betriebsart mit NOx-Regeneration, wie durch eine fette Linie angedeutet. Da jedoch der Betriebszustand der Brennkraftmaschine unmittelbar nach der kurzen Lastanforderung bei 34 wieder in das Betriebsfenster 18 für den Schichtbetrieb fällt und eine NOx-Regeneration wegen eines noch nicht gesättigten NOx-Speicherkatalysators noch nicht notwendig gewesen wäre, führt die erzwungene NOx-Regeneration zu einem emissions- und verbrauchungünstigeren Betrieb, da von den motorischen Parametern statt der NOx-Regeneration überwiegend ein Betrieb im Mager- oder Schichtbetrieb möglich gewesen wäre.

[0021] Im Vergleich mit Fig. 3 und 4 zeigt sich, daß die Erfindung hier deutliche Vorteile bietet. Die Leistungsanforderung bei 34 führt zu einem Wechsel des Betriebszustandes der Brennkraftmaschine in den Übergangsbereich 15 zwischen Zulassung von homogen-mager Betrieb (Bereich 16) und stöchiometrisch homogenen Betrieb (Bereich 14). Dadurch wird zunächst weiter die Betriebsart homogen-mager fortgesetzt und nicht sofort der stöchiometrisch homogenen Betrieb angefordert, wodurch es auch nicht zu einer NOx-Regeneration kommt. Da die Lastanforderung bei 34 mit ca. 1,5 s zeitlich unter der für den Bereich 15 vorbestimmten Zeitdauer bleibt, wird nicht in den stöchiometrisch homogenen Betrieb umgeschaltet. Vielmehr befindet sich der Betriebszustand der Brennkraftmaschine bei 36 wieder im Bereich 18 für den Schichtbetrieb und die Brennkraftmaschine wird dementsprechend im Schichtbetrieb betrieben, da der NOx-Speicherkatalysator noch nicht vollständig gesättigt ist. Insgesamt entfällt ein Mehrverbrauch für einen stöchiometrisch homogenen Betrieb und die vorgezogene NOx-Regeneration. Auch das Emissionsverhalten ist insgesamt günstiger, da wegen der sehr kurzen Verweildauer im Bereich 15 die erhöhten NOx-Rohemissionen noch nicht zu einer Übersättigung des NOx-Speicherkatalysators und damit zu NOx-Durchbrüchen führen. Zusätzlich entfallen die bei der NOx-Regeneration anfallenden Emissionsspitzen.

[0022] Wie der unmittelbare Vergleich der Fig. 3 und 1 ergibt, ist erfindungsgemäß im Last-Drehzahl-Kennfeld zusätzlich an einem Übergang von einem ersten Bereich (Bereich 16) mit einer ersten Betriebsart mit NOx-Einlagerung in den NOx-Speicherkatalysator (homogen-mager Betrieb) zu einem zweiten Bereich (Bereich 14) mit einer zweiten Betriebsart mit NOx-Abgabe

aus dem NOx-Speicherkatalysator (stöchiometrisch homogener Betrieb) ein dritter Bereich (Gürtel 15) vorgesehen, in dem die erste Betriebsart (homogen-mager Betrieb) nur für eine vorbestimmte Zeitdauer zugelassen ist. Erst bei Überschreiten dieser vorbestimmten Zeitdauer, d.h., wenn sich der Betriebszustand der Brennkraftmaschine länger als die vorbestimmte Zeitdauer in dem dritten Bereich (Gürtel 15) befindet, wird von der ersten Betriebsart (homogen-mager Betrieb) in die zweite Betriebsart (stöchiometrisch homogener Betrieb) umgeschaltet. Der dritte Bereich (Gürtel 15) liegt dabei in einem Bereich des Last-Drehzahl-Kennfeldes, in dem eigentlich die erste Betriebsart (homogen-mager Betrieb) nicht zugelassen wäre. Es wird somit die harte Grenze zwischen den Bereichen 14 und 16 zugunsten der ersten Betriebsart (homogen-mager Betrieb) aufgeweicht.

[0023] Eine alternative Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 5 dargestellt. Diese illustriert wieder ein Last-Drehzahl-Kennfeld einer Brennkraftmaschine (Motorkennfeld), wobei analog zu Fig. 3 auf der horizontalen Achse 10 die Drehzahl und auf der vertikalen Achse 12 das Motormoment (Nm) aufgetragen ist. Für jeden Betriebspunkt dieses Motorkennfeldes ist erfindungsgemäß eine maximale Verweildauer in der ersten Betriebsart mit NOx-Einlagerung in den Speicherkatalysator (Schichtbetrieb und/oder homogen-mager Betrieb) festgelegt, bevor die emissions-sichere zweite Betriebsart (stöchiometrisch homogener Betrieb) angefordert wird, wenn sich die Brennkraftmaschine länger als die Verweildauer an bzw. nahe dem Betriebspunkt oder in einem entsprechenden Bereich des Motorkennfeldes befindet. Hierdurch werden die nur mit gepunkteten Linien angedeuteten harten Grenzen zwischen verschiedenen Bereichen des Motorkennfeldes mit unterschiedlicher Betriebsartenzulassung aufgeweicht. So ist in dem dargestellten Beispiel an dem Betriebspunkt 38 für den Schichtbetrieb und den homogen-mager Betrieb jeweils ein extrem hoher Wert eingetragen, beispielsweise 100.000 Sekunden. Am Betriebspunkt 40 ist für den Schichtbetrieb der Wert 0 Sekunden und für den homogen-mager Betrieb wiederum beispielsweise 100.000 Sekunden eingetragen. Der Wert "0 Sekunden" an einem Betriebspunkt für eine Betriebsart bedeutet dabei im wesentlichen, daß diese Betriebsart an dem entsprechenden Betriebspunkt nicht zugelassen ist. Ein hoher Wert für die Verweildauer bedeutet, daß an diesem Betriebspunkt die entsprechende Betriebsart uneingeschränkt zugelassen ist. Am Betriebspunkt 42 ist für den Schichtbetrieb wieder der Wert 0 Sekunden und für den homogen-mager Betrieb beispielsweise der Wert 3 Sekunden eingetragen. Eine entsprechende Anzahl derartiger Betriebspunkte im Motorkennfeld erzeugt einen Bereich, in dem die erste Betriebsart nur temporär, d.h. maximal für die vorbestimmte Zeitdauer oder Verweildauer zugelassen wird. Zweckmäßigerweise definieren die gestrichelten Linien Grenzen, an denen sich die vorbestimmten Zeitdauern für die ersten Betriebsarten

(Magerbetrieb bzw. homogen-mager Betrieb) ändern. Jedoch sind auch innerhalb dieser Grenzlinien Änderungen der vorbestimmten Zeitdauern möglich. So ist am Betriebspunkt 44 neben dem Wert 0 Sekunden für der Schichtbetrieb ein vom Betriebspunkt 42 abweichender Wert für den homogen-mager Betrieb von beispielsweise 7 Sekunden eingetragen. Am Betriebspunkt 46 ist für den Schichtbetrieb und den homogen-mager Betrieb jeweils der Wert 0 Sekunden eingetragen.

[0024] In beiden zuvor erläuterten Alternativen ist die vorbestimmte Zeitdauer bzw. Verweildauer beispielsweise kleiner oder gleich 80% desjenigen Zeitintervalls, welches zwischen zwei aufeinander folgenden NOx-Regenerationen bei Betrieb mit erster Betriebsart (Magerbetrieb: Schichtbetrieb und/oder homogen-mager Betrieb) liegt. In konkreten Zahlen bedeutet dies einen Wert für die vorbestimmte Zeitdauer bzw. Verweildauer von beispielsweise im Bereich zwischen 0,5 s bis 20 s oder im Bereich zwischen 2 s bis 5 s.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, welche ein Katalysatorsystem mit einem NOx-Speicherkatalysator aufweist, in verschiedenen Betriebsarten, wobei sich in wenigstens einer ersten Betriebsart NOx in den NOx-Speicherkatalysator einlagert und in wenigstens einer zweiten Betriebsart NOx aus dem NOx-Speicherkatalysator abgegeben wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens einem Punkt in einem Last-Drehzahl-Kennfeld der Brennkraftmaschine eine vorbestimmte, maximale Zeitspanne für jede erste Betriebsart zugeordnet ist, nach der in eine, diesem Punkt zugeordnete zweite Betriebsart umgeschaltet wird.
2. Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, welche ein Katalysatorsystem mit einem NOx-Speicherkatalysator aufweist, in verschiedenen Betriebsarten, wobei sich in wenigstens einer ersten Betriebsart NOx in den NOx-Speicherkatalysator einlagert und in wenigstens einer zweiten Betriebsart NOx aus dem NOx-Speicherkatalysator abgegeben wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** in einem Last-Drehzahl-Kennfeld der Brennkraftmaschine zwischen einem ersten Kennfeldbereich, in dem die erste Betriebsart zugelassen ist, und einem zweiten Kennfeldbereich, in dem die zweite Betriebsart zugelassen ist, ein dritter Kennfeldbereich vorgesehen ist, in dem die Brennkraftmaschine lediglich für eine vorbestimmte Zeitdauer in der ersten Betriebsart betrieben wird und nach Ablauf der vorbestimmten Zeitdauer in die zweite Betriebsart des zweiten Kennfeldbereich umgeschaltet wird.
3. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste Betriebsart einen Magerbetrieb, insbesondere einen Schichtbetrieb und/oder einen Homogen-Magerbetrieb, umfaßt.
4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der ersten Betriebsart ein Wert Lambda für ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis größer 1,1 ist.
5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Betriebsart einen stöchiometrisch homogenen Betrieb mit einem Wert Lambda für ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis gleich 1 umfaßt.
6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine dritte Betriebsart mit einer NOx-Regeneration des NOx-Speicherkatalysators und einem Wert Lambda für ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis kleiner 1 vorgesehen ist, wobei in Abhängigkeit von einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine und einem Beladungszustand des NOx-Speicherkatalysators zu dieser dritten Betriebsart umgeschaltet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vorbestimmte, maximale Zeitspanne kleiner oder gleich 80% derjenigen Zeitspanne ist, welche zwischen zwei NOx-Regeneration bei einem ununterbrochenen Betrieb in der diesem Punkt zugeordneten ersten Betriebsart vergeht.
8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vorbestimmte, maximale Zeitspanne einen Wert zwischen 0 und 20 Sekunden, insbesondere einen Wert zwischen 0 und 5 Sekunden aufweist.

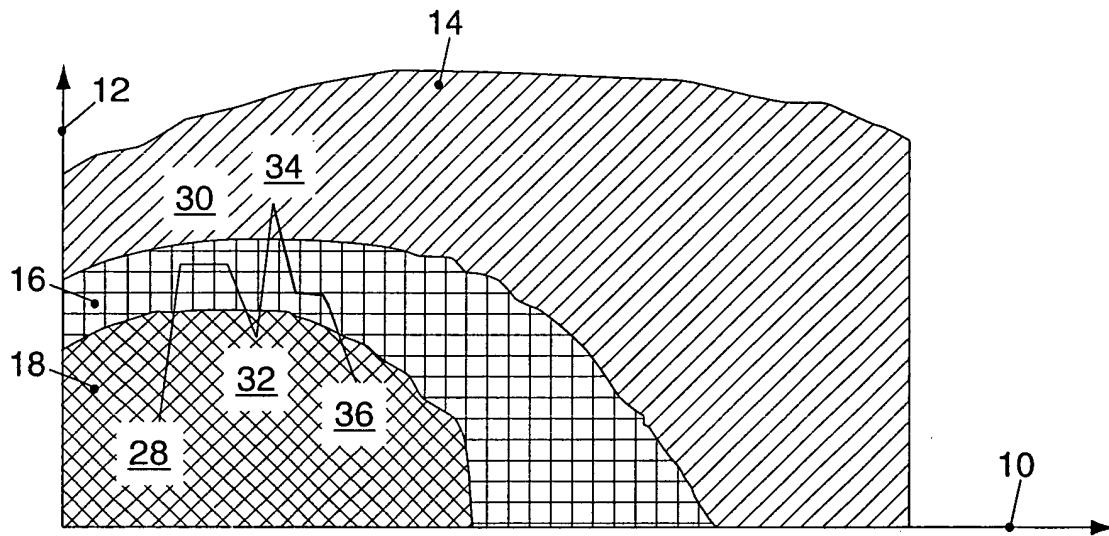


FIG. 1

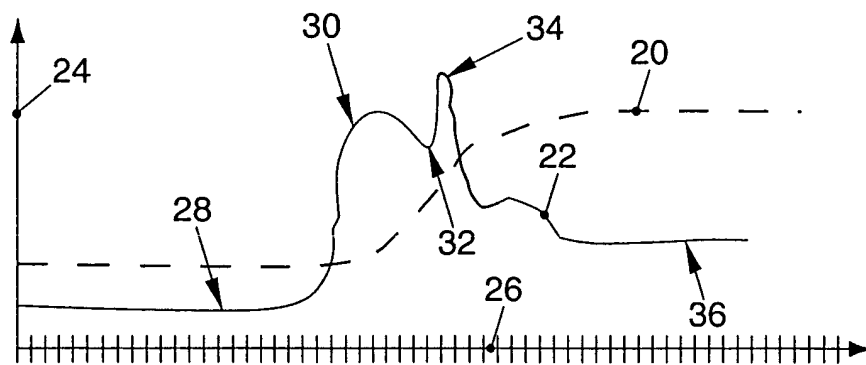


FIG. 2

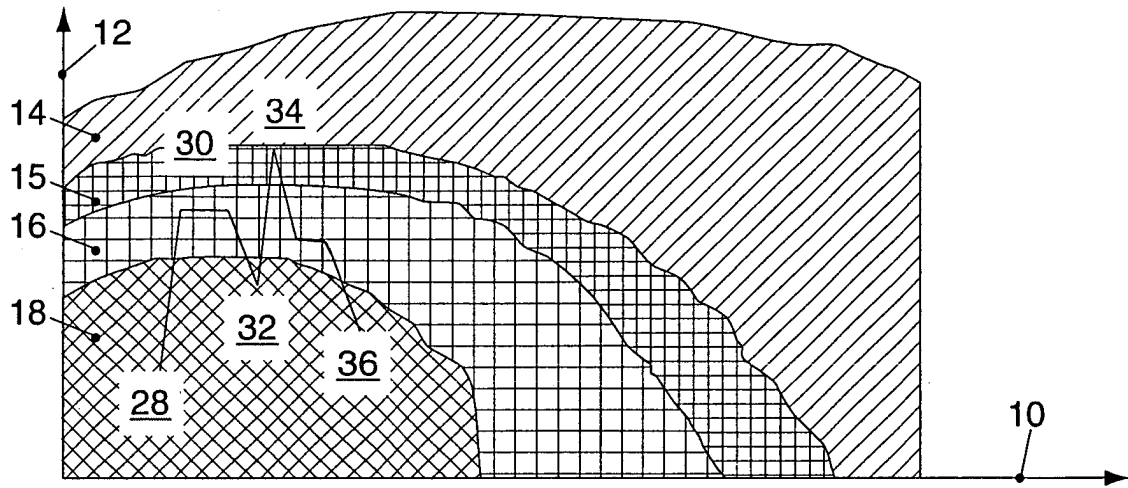


FIG. 3

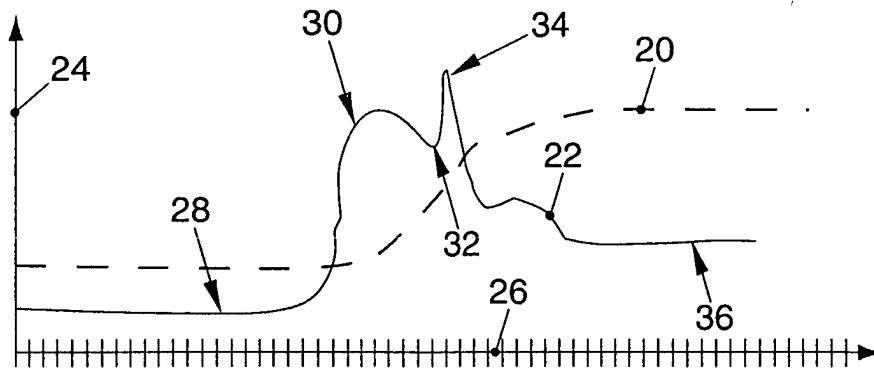


FIG. 4

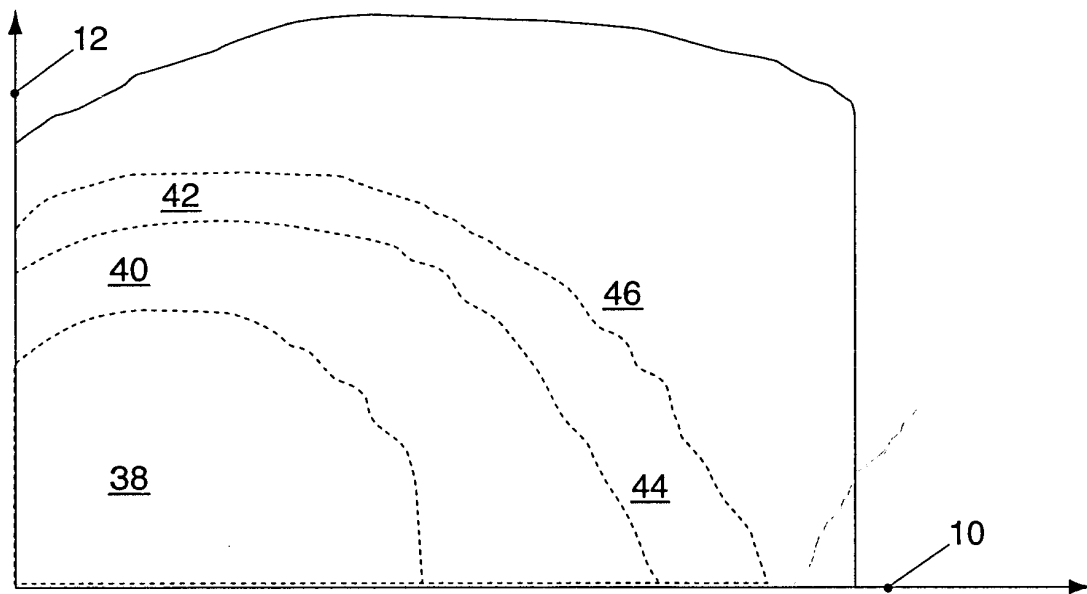


FIG. 5