(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 864 735 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.12.2001 Patentblatt 2001/51

(51) Int Cl.[7]: **F02B 17/00**, F02B 31/06

(21) Anmeldenummer: **98103226.1**

(22) Anmeldetag: **25.02.1998**

(54) **Verfahren zum schadstoffarmen Betrieb eines Verbrennungsmotors**

Method of operating a combustion engine in an innocuous manner

Procédé pour faire fonctionner un moteur à combustion interne de façon non nuisible

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **15.03.1997 DE 19710833**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.09.1998 Patentblatt 1998/38

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

(72) Erfinder:
- **Grieser, Klemens**
  40764 Langenfeld (DE)
- **Mayer, Thomas E.**
  50859 Köln (DE)
- **Pingen, Bert**
  53913 Swisttal (DE)
- **Phlips, Patrick, Dr.**
  50858 Köln (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 19 536 098
US-A- 4 592 315

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).

EP 0 864 735 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum schadstoffarmen Betrieb eines Verbrennungsmotors mit wenigstens einem Betriebsmodus mit einem magerem Luft-/Kraftstoffverhältnis und einem Betriebsmodus mit im wesentlichen stöchiometrischem Luft/Kraftstoffverhältnis, bei dem Maßnahmen zur Reduktion der Stickoxidrohemissionen vorgesehen sind.

[0002] Zur Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte von Kraftfahrzeugen, insbesondere der Stickoxidgrenzwerte, sind eine Vielzahl von Maßnahmen, sowohl zur Reduktion der Stickoxidbildung während des Verbrennungsprozesses (Stickoxidrohemissionen) als auch durch nachträgliche Abgasreinigung (z.B. durch einen Dreiwegekatalysator oder eine Stickoxidfalle), bekannt.

[0003] Eine bekannte Maßnahme zur Verminderung der Stickoxidrohemissionen stellt eine Einrichtung zur Abgasrückführung (Exhaust Gas Recirculation) dar, bei der in bestimmten Motorbetriebsbereichen ein Teil der Abgase dem Verbrennungsprozeß wieder zugeführt wird, wodurch zu einer Reduktion des Stickoxidgehaltes im Abgas kommt.

[0004] Die Abgasrückführeinrichtung stellt ein relativ aufwendiges System dar, durch das das Motor-/Abgassystem komplizierter, wartungsaufwendiger, teurer und schwerer wird.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Reduktion der Stickoxidrohemissionen insbesondere im stöchiometrischen Betriebsmodus zu schaffen, bei dem auf den Einsatz einer Abgasrückführeinrichtung verzichtet werden kann.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Stickoxidreduktion während des Betriebs im stöchiometrischen Modus in einem vorgegebenen Drehzahl-/Drehmomentbereich durch eine Zündzeitpunktverstellung vom wirkungsgradoptimalen Zeitpunkt in Richtung "spät" bewirkt wird, und im Betriebsmodus mit magerem Gemisch der Zündzeitpunkt im wesentlichen wirkungsgradoptimal eingestellt wird.

[0007] Durch die Zündzeitpunktverstellung in Richtung "spät" wird der Verbrennungsprozeß in den einzelnen Zylindern so beeinflußt, daß die Stickoxidrohemissionen auch ohne Einsatz einer Abgasrückführeinrichtung in im Hinblick auf die Abgasgrenzwerte ausreichendem Maße vermindert werden können. Diese Maßnahme läßt sich mit einem im Vergleich zur Abgasrückung erheblich geringeren Aufwand implementieren, da der Zündzeitpunkt bei den weit verbreiteten elektronischen Zündanlagen von einer elektronischen Motorsteuerung frei bestimmt werden kann.

[0008] Allerdings führt eine derartige "Spätverstellung" des Zündzeitpunktes grundsätzlich zu einer Verschlechterung des Motorwirkungsgrades. Deshalb kann in zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, daß der Verbrennungsmotor in einem gegenüber dem ersten vorgegebenen Drehzahl-/Drehmomentbereich niedrigere Drehzahlen und/oder Drehmomente umfassenden zweiten Drezahl-/Drehmomentbereich mit einem mageren Gemisch betrieben wird und daß der Verbrennungsmotor während des normalen Betriebs eines den Verbrennungsmotor aufweisenden Kraftfahrzeuges häufiger in diesem zweiten als im ersten Drehzahl-/Drehmomentbereich betrieben wird. Damit die erfindungsgemäße Maßnahme zur Stickoxidreduktion keinen nachteiligen Einfluß auf die Kraftstoffökonomie hat, kann also vorgesehen sein, daß der Motor in einem möglichst großen zweiten Drehzahl-/Drehmomentbereich mit einem mageren Gemisch betrieben wird, so daß sich die Wirkungsgradverschlechterung im ersten Bereich im Hinblick auf den Gesamtkraftstoffverbrauch kaum auswirkt.

[0009] Neben den genannten Drehzahl-/Drehmomentbereichen können zweckmäßigerweise weitere Drehzahl-/Drehmomentbereiche vorgesehen sein, in denen der Motor z.B. mit einem fetten Gemisch betrieben wird, um den Drehzahl- bzw. Drehmomentanforderungen z.B. im Vollastbetrieb zu genügen.

[0010] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert.

[0011] Die einzige Figur zeigt ein schematisches Drehzahl-/Drehmomentdiagramm zur Steuerung eines Kraftfahrzeugverbrennungsmotors gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren, wobei das Motordrehmoment *M* auf der Y-Achse gegenüber der Motordrehzahl *n* auf der X-Achse aufgetragen ist.

[0012] Ein nicht dargestelltes Kraftfahrzeug weist in bekannter Weise eine elektronische Motorsteuerung auf. Die Motorsteuerung bestimmt aus den Eingangsgrößen verschiedener Sensoren die aktuelle Motordrehzahl und das aktuell angeforderte Drehmoment. Abhängig von diesen Größen werden in bekannter Weise anhand eines vorgegebenen Tabellenspeichers oder anhand vorgegebener funktionaler Zusammenhänge verschiedene Motorparamter bestimmt, insbesondere die Stellung von in den Zylindereinlaßsystemen befindlichen asymmetrischen Drallklappen, eine Vorgabe für die Zusammensetzung des Luft-/Kraftstoffgemisches (mager, stöchiometrisch oder fett) und Zündzeitpunktvorgabewerte für die einzelnen Zylinder.

[0013] Mit den Drallklappen (Swirl Control Valves) werden die Strömungsverhältnisse im Zylindereinlaßkanal derart beeinflußt, daß die Verbrennungsstabilität insbesondere bei mageren Luft-/Kraftstoffverhältnissen verbessert wird, so daß der Motor kraftstoffsparend mit einem möglichst mageren Luft/Kraftstoffverhältnis betrieben werden kann. Durch den Strömungswiderstand der Drallklappen wird allerdings der maximale Luft-/Kraftstoffdurchsatz begrenzt, weshalb bei höheren Drehzahlen-/Drehmomenten die Drallklappen mittels eines Stellglieds aus ihrer Wirkposition in eine Ausgangsposition gebracht werden.

[0014] Gemäß der Figur sind sechs Drehzahl-/Drehmomentbereiche a,b,c,c*,d,e zu unterscheiden, deren

Grenzkurven jeweils mit 1, 3, 4, 5 und 6 bezeichnet sind. Die Drehzahl-/Drehmomentbereiche werden im folgenden näher erläutert:

Bereich a:	Betrieb des Motors mit magerem Gemisch, wobei zur Gewährleistung einer stabilen Verbrennung mit möglichst magerem Gemisch die Drallklappe in ihre Wirkposition gebracht wird;
Bereich b:	Betrieb des Motors mit magerem Gemisch bei höheren Drehmomenten und/oder Drehzahlen, wobei die Drallklappe zur Verminderung von Strömungsverlusten in ihre Ausgangsposition gebracht wird;
Bereich c:	Betrieb des Motors mit im wesentlichen stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis und mit in der Ausgangsposition befindlicher Drallklappe;
Bereich c*:	Betrieb des Motors wie im Bereich c, wobei jedoch der Zündzeitpunkt zur Reduktion der Stickoxidemissionen vom wirkungsgradoptimalen Zündzeitpunkt in Richtung spät verstellt wird;
Bereich d:	stöchiometrischer Betrieb des Motors mit in Wirkposition befindlicher Drallklappe (Schiebebetrieb);
Bereich e:	Betrieb mit angereichertem (fettem) Gemisch und in der Ausgangsposition befindlicher Drallklappe (Vollastanreicherung).

[0015] Abgesehen vom Bereich c* wird der Verbrennungsmotor in allen übrigen Drehzahl-/Drehmomentbereichen mit im wesentlichen wirkungsgradoptimalem Zündzeitpunkt betrieben. Der Bereich c* umfaßt, wie aus der Figur ersichtlich, einen relativ kleinen Drehzahl-/Drehmomentbereich. Innerhalb der vergleichsweise großen Drehzahl-/Drehmomentbereiche a,b wird der Motor im Magermodus betrieben, in dem keine Maßnahmen zur Reduktion der Stickoxidrohemissionen erforderlich sind. Bei üblichen Magerverbrennungsmotoren kann der Bereich c* etwa innerhalb eines Fensters zwischen 3000 bis 5000 Umdrehungen pro Minute und einem Drehmoment zwischen 50 und 80 Nm liegen. Die optimale Größe hängt von der konkreten Ausbildung des Verbrennungsmotors ab und wird vorzugsweise experimentell bestimmt.

[0016] Bei konventionellen Verbrennungsmotoren, die lediglich mit stöchiometrischem oder fettem Gemisch betrieben werden, müßten Maßnahmen zur Reduzierung der Stickoxidrohemissionen auch in Teilen der Bereiche a und b erfolgen. Bei einem konventionellen Motor wäre eine Spätverstellung als Maßnahme zur Stickoxidreduktion somit mit einem relativ großen Kraftstoffmehrverbrauch verbunden, so daß bei diesen konventionellen Verbrennungsmotoren der Einsatz einer Abgasrückführeinrichtung vorzuziehen wäre.

[0017] Wie anhand der beispielhaften Kurve 2, die den Fahrwiderstand im fünften Gang darstellt, deutlich wird, wird der Motor relativ selten im Bereich c* betrieben, nämlich nur bei bestimmten Beschleunigungsvorgängen. Infolgedessen wirkt sich die Wirkungsgradverschlechterung im Bereich c* im Hinblick auf den Gesamtkraftstoffverbrauch kaum aus.

Patentansprüche

1. Verfahren zum schadstoffarmen Betrieb eines Verbrennungsmotors mit wenigstens einem Betriebsmodus mit einem magerem Luft-/Kraftstoffverhältnis und einem Betriebsmodus mit im wesentlichen stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis, bei dem Maßnahmen zur Reduktion der Stickoxidrohemissionen vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stickoxidreduktion während des Betriebs im stöchiometrischen Modus in einem vorgegebenen Drehzahl-/Drehmomentbereich (c*) durch eine Zündzeitpunktverstellung vom wirkungsgradoptimalen Zeitpunkt in Richtung "spät" bewirkt wird, und im Betriebsmodus mit magerem Gemisch der Zündzeitpunkt im wesentlichen wirkungsgradoptimal eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verbrennungsmotor in einem gegenüber dem ersten vorgegebenen Drehzahl-/Drehmomentbereich (c*) niedrigere Drehzahlen und/oder Drehmomente umfassenden zweiten Drehzahl-/Drehmomentbereich (a,b) mit einem mageren Gemisch betrieben wird und daß der erste und der zweite Drehzahl-/Drehmomentbereich so gewählt sind, daß der Verbrennungsmotor während des normalen Betriebs eines den Verbrennungsmotor aufweisenden Kraftfahrzeuges häufiger in diesem zweiten als im ersten Drehmoment-/Drehzahlbereich betrieben wird.

Claims

1. Method of operating a combustion engine in an innocuous manner with at least one operating mode

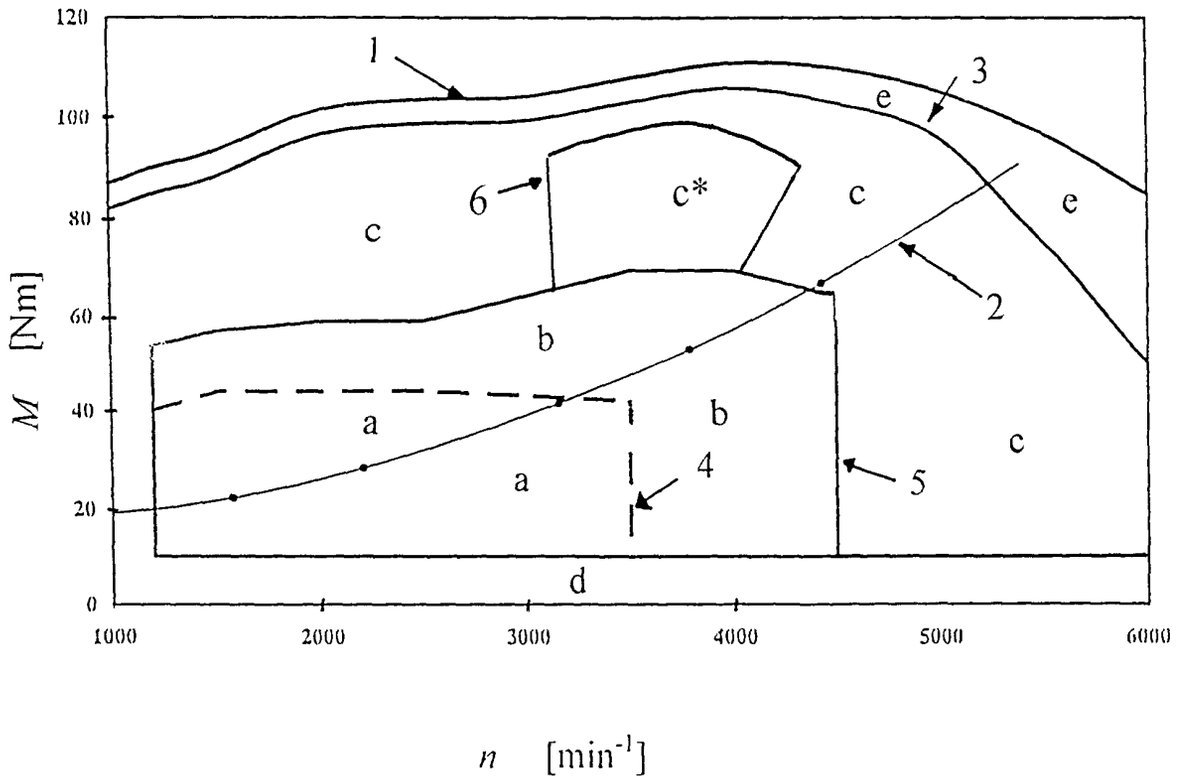
with a lean air / fuel ratio and one operating mode with an essentially stoichiometric air / fuel ratio, wherein measures are provided for reducing the nitrogen oxide raw emissions, **characterised in that** the nitrogen oxide reduction during the operation in stoichiometric mode in a given speed / torque area (c*) is effected through an ignition time displacement from the ignition time for optimum degree of efficiency in the direction of "retard", and in the operating mode with lean mixture the ignition time is set in an essentially optimum way for the degree of efficiency.

2. Method according to Claim 1 **characterised in that** the combustion engine is operated in a second speed / torque area (a, b) with a lean mixture which incorporates lower speeds and / or torque values in relation to the first given speed / torque area (c*) and that the first and the second speed / torque area are selected in such a way that the combustion engine during the normal operation of a motor vehicle having the combustion engine is operated more often in this second area than in the first speed / torque area.

Revendications

1. Procédé d'exploitation à faible pollution d'un moteur à combustion interne, comprenant au moins un mode d'exploitation avec un rapport air-combustible appauvri et un mode d'exploitation avec un rapport air-combustible essentiellement stoechiométrique, dans lequel procédé sont prévues des mesures destinées à réduire les effluents primaires de dioxyde d'azote, **caractérisé en ce que** la diminution de la teneur en dioxyde d'azote en cours d'exploitation en régime stoechiométrique est obtenue dans un domaine prédéfini de vitesse de rotation et de couple de rotation (c*) par un réglage de l'allumage dans le sens « retardé » par rapport au moment d'allumage à rendement optimal, et dans un mode d'exploitation en régime appauvri par un réglage de l'allumage sensiblement à un moment d'allumage à rendement optimal.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion interne est exploité avec un mélange appauvri dans un deuxième domaine de vitesse de rotation et de couple de rotation (a, b) incluant des valeurs de vitesse de rotation et de couple de rotation plus faibles que celles d'un premier domaine prédéfini de vitesse de rotation et de couple de rotation (c*) et que le premier et le deuxième domaine de vitesse de rotation et de couple de rotation sont choisis de telle sorte que le moteur à combustion interne pendant le mode d'exploitation normal d'un véhicule automobile équipé d'un moteur à combustion interne est exploité plus souvent dans ce deuxième domaine de valeurs que dans le premier domaine de vitesse de rotation et de couple de rotation.


120
100
80
60
40
20
0
M [Nm]
1000
2000
3000
4000
5000
6000
n [min-1]
1
2
3
4
5
6
a
b
c
c*
d
e