



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 922 846 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.05.2004 Patentblatt 2004/22

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**, F02D 33/02,
F02D 41/02

(21) Anmeldenummer: **98120906.7**

(22) Anmeldetag: **04.11.1998**

(54) **Verfahren zur NO_x-Reduzierung an gemischverdichtenden Brennkraftmaschinen**

Process for the reduction of the content of NO_x in the exhaust gas of an internal combustion engine

Procédé pour la réduction de la teneur en NO_x des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne.

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT NL SE

(30) Priorität: **12.12.1997 DE 19755299**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.06.1999 Patentblatt 1999/24

(73) Patentinhaber: **MAN Nutzfahrzeuge
Aktiengesellschaft
80995 München (DE)**

(72) Erfinder: **Steinert, Ralf, Dipl.-Ing.
90459 Nürnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 288 056 EP-A- 0 440 211
DE-A- 3 204 842 DE-A- 3 410 930
DE-A- 3 733 052

EP 0 922 846 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 eine Brennkraftmaschine gemäß dem Gattungsbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Zur Reduzierung der NO_x -Werte bei gemischverdichtenden Brennkraftmaschinen ist es bekannt, mit einem Brennstoff-Luftgemisch mit $\lambda > 1$ im Magerbetrieb zu fahren. Aufgrund der im stationären Betrieb hohen Massenmitteltemperaturen im Brennraum einer Brennkraftmaschine müssen im Hinblick auf eine niedrige NO_x -Emission hohe Lambda-Werte eingestellt werden.

[0003] Schwierigkeiten ergeben sich beim instationären Betrieb. z.B. Beschleunigungsvorgänge aus einer niedrigen Motordrehzahl, wenn die Massenmitteltemperatur im Brennraum gegenüber dem stationären Betrieb geringer ist und dadurch sich die Aussetzergrenze nach niedrigeren Lambda-Werten verschiebt.

[0004] Eine Lösung dieses Problems wird im EP 0 288 056 A2 Schon beschrieben.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den λ -Wert der Brennkraftmaschine derart zu steuern, daß zur NO_x -Reduzierung bis an die Aussetzergrenze hergegangen werden kann.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

[0007] Dadurch, daß die Steuerung der λ -Werte durch die Massenmitteltemperatur erfolgt, kann man in jedem Betriebszustand der Brennkraftmaschine das Gemisch soweit abmagern bzw. an fetten, , daß man an die Aussetzergrenze herankommt, diese aber nicht überschreitet. Die NO_x -Reduzierung wird somit bis an die physikalisch mögliche Grenze herangeführt.

[0008] Eine vorteilhafte Möglichkeit zur Ermittlung der Massenmitteltemperatur kann Anspruch 2 entnommen werden. Die Abgastemperatur ist eine Funktion der Massenmitteltemperatur, so daß diese als Ersatzgröße herangezogen werden kann. Die Abgastemperatur ist leicht mit einem Temperatursensor erfaßbar und kann im Motorsteuergerät zur Steuerung des λ -Wertes verwendet werden.

[0009] Eine weitere vorteilhafte Methode zur Ermittlung der Massenmitteltemperatur kann Anspruch 3 entnommen werden. Aus relevanten Motorparametern wird die Abgastemperatur in Abhängigkeit der Massenmitteltemperatur als Ersatzgröße ermittelt und diese als Steuerungssignal für den λ -Wert herangezogen.

[0010] Eine andere Möglichkeit zur Ermittlung der Massenmitteltemperatur geht aus Anspruch 4 hervor. Mit einer Druckmeßsonde kann der Zylinderdruckverlauf gemessen werden und daraus die Massenmitteltemperatur errechnet und für die Steuerung von Lambda verwendet werden.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer gemischverdichtenden Brennkraftmaschine im Magerbetrieb mit λ , stets größer als 1 besteht darin, daß man erkannt hat, daß die kritische Grenze für λ im

dynamischen Betrieb keine feste Grenze ist, sondern eine gleitende Grenze, die von der Massenmitteltemperatur im Brennraum abhängt.

[0012] Das Problem besteht nun darin, daß die Temperatursensoren nach dem derzeitigen Stand der Technik zu träge sind, um diese Massenmitteltemperatur unmittelbar zur gleitenden Steuerung des nach physikalischen Gesetzen maximal möglichen Wertes von λ heranzuziehen. Nach dem Stand der Technik ist man genötigt im dynamischen Fahrbetrieb λ , zu senken, um Zündaussetzer zu vermeiden. Durch die Senkung von λ nimmt man allerdings steigende NO_x Konzentrationen im Abgas in Kauf.

[0013] Hier setzt nun das erfindungsgemäße Verfahren ein, das darin besteht, daß man λ als eine Funktion der Massenmitteltemperatur des verdichteten Brennstoff-Luftgemisches im Brennraum behandelt. Da diese Massenmitteltemperatur nicht direkt zu ermitteln ist, wird erfindungsgemäß so verfahren, daß man diese Größe aus meßbaren Parametern ermittelt, beispielsweise, daß man die Abgastemperatur mit einem Temperatursensor ermittelt und mit einem Motorsteuergerät die Massenmitteltemperatur als eine Funktion der Abgastemperatur errechnet und das Rechenergebnis der Steuerung des maximal möglichen λ -Wertes zugrunde liegt oder die Abgastemperatur als Ersatzgröße für die Massenmitteltemperatur zur λ -Anpassung verwendet.

[0014] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß man die Abgastemperatur nicht direkt bestimmt, sondern diese aus Last, Drehzahl, Kühlmitteltemperatur und Umgebungstemperatur im Motorsteuergerät errechnet und als Funktion dieses Rechenergebnisses wiederum auf die Massenmitteltemperatur im Brennraum schließt und damit den λ -Wert regelt.

[0015] Eine weitere Möglichkeit der gleitenden Steuerung des Lambda-Wertes ergibt sich durch die Messung des Zylinderdruckverlaufes mittels eines Drucksensors. Mit Hilfe der Brennverlaufsanalyse kann die Massenmitteltemperatur errechnet werden und damit der Lambda-Wert angepaßt werden.

[0016] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann man auch im dynamischen Fahrbetrieb mit λ bis an die Aussetzergrenze gehen, ohne diese jedoch zu überschreiten. Durch die maximale Ausschöpfung des theoretisch möglichen Spektrums für den Wert λ ist eine Minimierung der Schadstoffanteile, insbesondere von NO_x gewährleistet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur NO_x -Reduzierung an gemischverdichtenden Brennkraftmaschinen, bei dem die Brennkraftmaschine stets mit einem Luftverhältnis von $\lambda > 1$ im Magerbetrieb gefahren wird und der λ -Wert des Brennstoff-Luft-Gemisches von einem Motorsteuergerät geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der λ -Wert in Abhängigkeit von ei-

ner mittleren Temperatur des Brennstoff-Luft-Gemisches im Brennraum der Brennkraftmaschine kontinuierlich geregelt wird, derart, dass bei kleiner mittlerer Temperatur des Brennstoff-Luft-Gemisches λ erniedrigt bzw. bei großer mittlerer Temperatur des Brennstoff-Luft-Gemisches λ erhöht wird, so dass die Brennkraftmaschine in jedem Betriebszustand in der Nähe der Aussetzergrenze betrieben werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgastemperatur mittels eines Temperatursensors ermittelt wird und dass die Abgastemperatur als eine Funktion der mittleren Temperatur des Brennstoff-Luft-Gemisches mittels des Motorsteuergerätes zur Steuerung des λ -Wertes benutzt wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgastemperatur zunächst aus Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie z. B. Last, Drehzahl, Kühlmitteltemperatur, Umgebungstemperatur, im Motorsteuergerät errechnet wird und dass diese Werte als Funktion der mittleren Temperatur des Brennstoff-Luft-Gemisches zur Steuerung des λ -Wertes verwendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem gemessenen Zylinderdruckverlauf auf rechnerischem Weg die mittlere Temperatur des Brennstoff-Luft-Gemisches zur Steuerung des λ -Wertes ermittelt wird.

Claims

1. Process for NO_x reduction in mixture-compressing internal combustion engines, in which process the internal combustion engine is constantly run with an air ratio of $\lambda > 1$ in lean-burn operation and the λ -value of the fuel-air mixture is controlled by an engine control unit, **characterised in that** the λ -value is continuously controlled as a function of a mean temperature of the fuel-air mixture in the combustion chamber of the internal combustion engine in such a way that λ is reduced at a low mean temperature of the fuel-air mixture and increased at a high mean temperature of the fuel-air mixture, so that in any operating condition the internal combustion engine can be run close to the misfiring limit.
2. Process according to Claim 1, **characterised in that** the exhaust temperature is ascertained by means of a temperature sensor and that the engine control unit uses the exhaust temperature as a function of the mean temperature of the fuel-air mixture for controlling the λ -value.

3. Process according to the Claims 1 and 2, **characterised in that** the exhaust temperature is first calculated in the engine control unit with the aid of operating parameters of the internal combustion engine, eg load, engine speed, coolant temperature, ambient temperature, and that these values are used as functions of the mean temperature of the fuel-air mixture for controlling the λ -value.
4. Process according to Claim 1, **characterised in that** the mean temperature of the fuel-air mixture is calculated from the measured cylinder pressure curve for controlling the λ -value.

Revendications

1. Procédé de réduction des émissions d'oxyde d'azote NO_x de moteurs à combustion interne fonctionnant avec compression de mélange, selon lequel on fait fonctionner le moteur à combustion interne en permanence avec un coefficient d'air $\lambda > 1$ en mode maigre et ce coefficient λ du mélange combustible/air est régulé par l'appareil de commande du moteur, **caractérisé en ce que** le coefficient λ est régulé en continu en fonction d'une température moyenne du mélange carburant-air dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne, de sorte que pour une température moyenne plus petite du mélange carburant-air, on diminue le coefficient λ , et pour une température moyenne du mélange carburant-air on augmente le coefficient λ de façon que le moteur à combustion interne fonctionne dans chaque mode de fonctionnement à proximité de la limite de calage.
2. Procédé selon la revendication 1. **caractérisé en ce qu'** on détermine la température des gaz d'échappement par un capteur de température et l'appareil de commande du moteur pour commander le coefficient λ utilise la température des gaz d'échappement comme fonction de la température moyenne du mélange carburant-air.
3. Procédé selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce qu'** on calcule tout d'abord la température des gaz d'échappement à partir des paramètres de fonctionnement du moteur à combustion interne tels que la charge, le régime, la température du liquide de refroidissement, la température ambiante dans l'appareil de commande du moteur et on utilise ces valeurs comme fonctions de la température moyenne du mélange carburant-air pour commander le coefficient λ .

4. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'
à partir de la courbe mesurée de la pression des
cylindres on détermine par le calcul la température
moyenne du mélange carburant-air pour comman- 5
der le coefficient λ .

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55