



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 898 065 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.02.1999 Patentblatt 1999/08

(51) Int. Cl.⁶: F02D 41/00

(21) Anmeldenummer: 98114352.2

(22) Anmeldetag: 30.07.1998

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

(72) Erfinder:
• Hohner, Peter
70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)
• Schenk, Jürgen
73095 Albershausen (DE)
• Wilstermann, Hartung
74405 Gaildorf (DE)

(30) Priorität: 16.08.1997 DE 19735454

(71) Anmelder:
DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT
70567 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zur Bestimmung einer Betriebsgrösse eines Verbrennungsmotors**

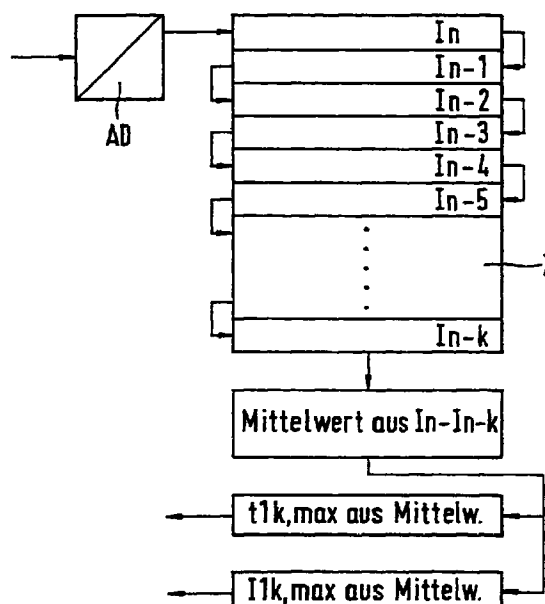
(57) Verfahren zur Bestimmung einer Betriebsgröße eines Verbrennungsmotors mit folgenden Schritten:

- Messung eines Ionenstromsignalverlaufs an einer Zündkerze des Verbrennungsmotors für eine Anzahl von Zündungen jeweils in Abhängigkeit von der Zeit,
- Mittelung der jeweils gemessenen Signalverläufe

zum Erhalt eines gemittelten Signalverlaufs,

- Ermittlung des Maximums und/oder des Zeitpunkts des Maximums des gemittelten Signalverlaufs,
- Berechnung der Betriebsgröße auf der Grundlage des Maximums und/oder des Zeitpunkts des Maximums des gemittelten Signalverlaufs.

Fig. 2



EP 0 898 065 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zur Bestimmung einer Betriebsgröße eines Verbrennungsmotors.

[0002] Das Kraftstoff-Luft-Verhältnis eines Ottomotors muß bei Verwendung von Katalysatoren für die Abgasnachbehandlung konstant auf dem Wert $\lambda = 1$ gehalten werden. Zu diesem Zwecke wird das Kraftstoff-Luft-Verhältnis im Abgas über Lambda-Sonden gemessen.

[0003] Ionenstrommessungen an Zündkerzen eines Verbrennungsmotors sind bekannt. Herkömmlicherweise werden derartige Messungen zur Erkennung von Zündaussetzern und klopfendem Motorbetrieb verwendet.

[0004] Aus der DE 35 06 114 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit Erfassung von Ionenströmen bekannt. Hierbei wird in Abhängigkeit von dem ermittelten Ionenstrom ein Meßspektrum berechnet und mit einem Bezugsspektrum auf einer Recheneinheit verglichen, worauf in Abhängigkeit der ermittelten Abweichung eine Stellgröße der Brennkraftmaschine gesteuert wird.

[0005] Aus der DE 40 37 943 A1 ist es bekannt, mittels einer Ionenstrommessung den Betriebszustand einer Brennkraftmaschine zu steuern. Gegenstand dieser Druckschrift ist jedoch die Vermeidung von Glühzündungen bzw. Motorklopfen.

[0006] Ferner ist aus der DE 42 39 592 A1 ein Klopfdetektor für eine Brennkraftmaschine bekannt, welche den Ionenstrom über eine Zündspule zur Zeit der Verbrennung erfaßt, und beurteilt ob oder ob nicht der Ionenstrom oberhalb eines vorbestimmten Pegels nach einer vorbestimmten Zeit oder einem Kurbelwinkel seit der Zündung liegt. Diese Vorrichtung wird ausschließlich zur Feststellung eines Klopfens verwendet.

[0007] Es ist ferner bekannt, aus der Amplitude des Ionenstromsignals ein Kraftstoff-Luft-Verhältnis eines Verbrennungsmotors zu ermitteln. Hierbei stellt man jedoch fest, daß das Ionenstromsignal starken zyklischen Schwankungen unterworfen ist, so daß eine Mittelung der Ionenstrommaxima über eine große Anzahl von Zyklen durchgeführt werden muß, um die erforderliche Genauigkeit der Lambda-Messung zu erzielen. Aufgrund der hierdurch entstehenden Fehler im instationären Betrieb sind Verfahren dieser Art nicht serientauglich. Ferner ist die Ionenstromamplitude von der verwendeten Kraftstoffsorte abhängig, so daß zur Bestimmung des tatsächlichen Lambda-Wertes eine Erkennung der Kraftstoffsorte notwendig ist.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist daher die Schaffung eines Verfahrens zur Bestimmung einer Betriebsgröße eines Verbrennungsmotors, mit dem diese in einfacher Weise zuverlässig ermittelt werden kann.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung einer Betriebsgröße eines Verbrennungsmotors gemäß dem Patentanspruch 1 oder dem Patentanspruch 2.

[0010] Mit den erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, die einzustellenden Betriebsgrößen eines Verbrennungsmotors über relativ kurze Zyklen mit ausreichender Genauigkeit zu ermitteln. Erfindungsgemäß wird eine Messung einer Anzahl von Zyklen des Ionenstromsignals in Abhängigkeit von der Zeit durchgeführt. Durch Mittelung dieser Messungen können Störeinflüsse, insbesondere Nebenmaxima im Ionenstromsignal, eliminiert und das eigentliche Hauptmaximum und/oder der Zeitpunkt des Auftretens des Hauptmaximums bestimmt werden. Auf der Grundlage dieser Daten lassen sich die jeweiligen Betriebsgrößen in einfacher Weise ermitteln. Es ist insbesondere eine Lamoda-Erkennung während eines Kaltstarts möglich. Ein Verschleiß oder eine Alterung des Sensors, wie sie bei herkömmlichen Lamoda-Sonden auftraten, können nun ausgeschlossen werden. Mit den erfindungsgemäßen Verfahren ist eine zyklus aufgelöste Bestimmung der genannten Betriebsgröße möglich. Ferner ist eine Ermittlung der genannten Betriebsgrößen auch im Magerbetrieb des Motors möglich.

[0011] Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Zweckmäßigerweise handelt es sich bei der zu bestimmenden Betriebsgröße um das Kraftstoff-Luft-Verhältnis λ (Lambda-Verhältnis) des Verbrennungsmotors. Es wurde festgestellt, daß die Zeit bis zum Erreichen des ersten Maximums $I_{1\max}$ des Ionenstroms nicht von der Ionisierbarkeit des Kraftstoffs, d.h. der Art des Kraftstoffs, sondern nur von der turbulenten Brenngeschwindigkeit abhängt. Die turbulente Brenngeschwindigkeit ist ihrerseits abhängig von der laminaren Brenngeschwindigkeit und der Turbulenzintensität. Die laminare Brenngeschwindigkeit wird bestimmt durch das Kraftstoff-Luft-Verhältnis λ , den Restgasanteil, sowie Temperatur und Druck des Gemisches im Zylinder. Da aus Ansaugdruck und Zündzeitpunkt die Temperatur und der Druck bekannt sind, kann daher bei bekannter Abgasrückführrate das Kraftstoff-Luft-Verhältnis λ ermittelt werden.

[0013] Es ist ebenfalls möglich, unter Berücksichtigung der oben erläuterten Abhängigkeiten bei bekannten Kraftstoff-Luft-Verhältnis die Abgasrückführrate zu bestimmen.

[0014] Es ist bevorzugt, die erfindungsgemäßen Messungen an verschiedenen Zylindern bzw. Zündkerzen durchzuführen. Hierdurch ist eine zylinderselektive Lamoda-Erkennung bei Mehrzylindermotoren in einfacher Weise durchführbar.

[0015] Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen erläutert. In dieser zeigt

Figur 1 den typischen Verlauf eines Ionenstromsignals, und

Figur 2 ein Blockschaltbild zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Verfahren.

[0016] Wie in Figur 1 dargestellt, besitzt ein Ionenstromsignal an der Zündkerze einen charakteristischen Verlauf, der zwei wesentliche Maxima enthält. Das erste Maximum I1max entsteht in der Flammkernbildungsphase, in der die Flamme noch im Bereich der Zündkerze ist. Idealerweise breitet sich die Flamme kugelförmig im Brennraum aus. Strömungen an der Zündkerze und vor allem Turbulenzeinflüsse auf den Flammkern führen jedoch zu einer Zerklüftung der Flamme. Das erste Maximum I1max des Ionenstromsignals ist daher nicht glatt, sondern besitzt mehrere Nebenmaxima. Für eine Auswertung des ersten Maximums im Ionenstromsignal ist es somit erforderlich, eine Mittelung über mehrere Zyklen bzw. über eine Anzahl von Zündungen durchzuführen. Herkömmlicherweise wurde hierzu für jedes Ionenstromsignal, d.h. bei jeder Zündung, das absolute Maximum ermittelt. Von den so ermittelten Werten wurde der Mittelwert gebildet. Wegen der großen Schwankungsbeite der absoluten Maxima muß hierbei die Mittelung der Ionenstrommaxima über eine sehr große Anzahl von Zyklen durchgeführt werden, um die geforderte Genauigkeit der Lambda-Messung zu erreichen.

[0017] Erfindungsgemäß wird nun der Verlauf des Ionenstromsignals in Abhängigkeit von der Zeit über den gesamten Bereich des ersten Maximums ermittelt. Die für mehrere Zündungen derart ermittelten Signalverläufe werden anschließend gemittelt, wodurch sich ein geglätteter, die Nebenmaxima eliminierender Signalverlauf ergibt, aus dem eine gemittelte maximale Amplitude bzw. der Zeitpunkt der gemittelten maximalen Amplitude in einfacher Weise ablesbar ist. Mit diesem Verfahren kann die für eine ausreichende Genauigkeit notwendige Zyklenzahl gegenüber den herkömmlichen Verfahren stark vermindert werden. Es wird davon ausgegangen, daß sich genügende Genauigkeiten der Lambda-Erkennung schon bei einer Mittelung über 5 bis 20 Zyklen erreichen lassen.

[0018] Es wurde festgestellt, daß der Zeitpunkt der gemittelten maximalen Amplitude t1max für die Bestimmung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses bzw. der Abgasrückführ rate ein geeigneter Parameter ist, anhand dessen ausreichende Genauigkeiten für eine effektive Steuerung des Verbrennungsmotors erzielbar sind.

[0019] Wie bereits erläutert, hängt die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flamme, und damit die Zeit zwischen Zündung und Erreichen des ersten Maximums t1max von der turbulenten Brenngeschwindigkeit ab. Es ist, wie erläutert, aus t1max bei bekannter Abgasrückführ rate eine Bestimmung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses, oder bei bekanntem Kraftstoff-Luft-Verhältnis eine Bestimmung der Abgasrückführ rate möglich.

[0020] Die Zeit t1max bis zum Erreichen des ersten Maximums im Ionenstrom ist hingegen von der Ionisierbarkeit des Kraftstoffes, welche von der Kraftstoffqualität bzw. Kraftstoffadditiven beeinflusst wird, unabhängig. Die Amplitude des ersten Maximums I1max des Ionenstroms hängt jedoch nicht nur vom Kraftstoff-Luft-Ver-

hältnis, sondern aufgrund unterschiedlicher Ionisierbarkeiten verschiedener Kraftstoffe auch von der Kraftstoffqualität und Kraftstoffadditiven ab.

[0021] Obwohl es ausreichend ist, zur Bestimmung der genannten Betriebsgrößen den Zeitpunkt des gemittelten Signalmaximums festzustellen, erweist es sich als vorteilhaft, gleichzeitig auch den tatsächlichen Wert des Maximums zu berechnen. Dieser Amplitudenwert ist zwar, wie erläutert, abhängig von dem verwendeten Kraftstoff, doch kann unter Berücksichtigung der maximalen Amplitude als auch des Zeitpunkts der maximalen Amplitude eine Steigung des Ionenstromsignalverlaufs berechnet werden, aus welcher in besonders einfacher Weise, insbesondere bei bekanntem Kraftstoff, das Kraftstoff-Luft-Verhältnis bzw. die Abgasrückführ rate berechnet werden kann. Auf der Grundlage des Signalmaximums bzw. des maximalen Amplitudenwertes läßt sich, insbesondere unter Berücksichtigung der ermittelten Steigung des Ionenstromsignals, auch die Kraftstoffqualität ermitteln. Bei bekannter Kraftstoffqualität ist es auch möglich, lediglich aufgrund des Signalmaximums des gemittelten Signalverlaufs die gewünschten Betriebsgrößen zu ermitteln.

[0022] Gemäß dem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren wird für eine Anzahl von Zündungen jeweils der Zeitpunkt des Maximalwerts des Ionenstromsignals bestimmt. Anschließend erfolgt eine Mittelung der für die jeweiligen Maxima ermittelten Zeitpunkte zum Erhalt eines gemittelten Zeitpunktes. Auf der Grundlage dieses gemittelten Zeitpunktes ist es, wie oben bereits erläutert, möglich, die fraglichen Betriebsgrößen mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen. Auch durch dieses Verfahren lassen sich ausreichende Genauigkeiten der Betriebsgrößen erreichen.

[0023] Es sei angemerkt, daß das im dargestellten Ionenstromsignal auftretende zweite Maximum I2max durch eine Druckerhöhung im Zylinder aufgrund der Verbrennung entsteht. Die Flamme hat sich hierbei von der Zündkerze gelöst, und die elektrische Leitfähigkeit entsteht durch die Restionisierung des verbrannten Gemischs. Das zweite Maximum im Ionenstromsignal ist glatt, da der Einfluß der Flammenentfaltung nicht mehr an der Zündkerze wirksam ist. Das zweite Maximum I2max spielt jedoch im vorliegenden Zusammenhang zur Bestimmung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses bzw. der übrigen genannten Betriebsgrößen keine Rolle.

[0024] Eine Ausführungsmöglichkeit der erfindungsgemäßen Verfahren ist in Figur 2 dargestellt. Hierbei wird das Ionenstromsignal über einen Analog-Digital-Wandler AD zeilenweise in einen Zwischenspeicher Z geladen. Bei dem Zwischenspeicher handelt es sich vorzugsweise um einen dynamischen Zwischenspeicher mit Schieberegisterfunktion für die jeweiligen Ionenstromsignale In-In-k. Der Zwischenspeicher besteht aus insgesamt k Zeilen mit first-in-first-out-Funktion (FIFO), in denen Ionenstromsignale abgespeichert sind. Bevor das n-te Ionenstromsignal eingelesen

wird, sind die zuvor eingelesenen Ionenstromsignale um eine Zeile verschoben worden. Nach dem Einlesen des aktuellen Ionenstromsignals wird spaltenweise ein gemitteltes Ionenstromsignal über k Zeilen berechnet. Dies ergibt das gemittelte Ionenstromsignal der letzten k Zyklen. Aus diesem gemittelten Ionenstromsignal erfolgt die Berechnung des Maximums $I_{1\max}$ bzw. des Zeitpunkts dieses Maximums, $t_{1\max}$.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer Betriebsgröße eines Verbrennungsmotors mit folgenden Schritten:
 - Messung eines Ionenstromsignalverlaufs an einer Zündkerze des Verbrennungsmotors für eine Anzahl von Zündungen jeweils in Abhängigkeit von der Zeit, 15
 - Mittelung der jeweils gemessenen Signalverläufe zum Erhalt eines gemittelten Signalverlaufs, 20
 - Ermittlung des Maximums und/oder des Zeitpunkts des Maximums des gemittelten Signalverlaufs, 25
 - Berechnung der Betriebsgröße auf der Grundlage des Maximums und/oder des Zeitpunkts des Maximums des gemittelten Signalverlaufs.
2. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu bestimmende Betriebsgröße das Kraftstoff-Luft-Verhältnis λ des Verbrennungsmotors ist. 30
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu bestimmende Betriebsgröße die Abgasrückführrate des Verbrennungsmotors ist. 35
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messungen an verschiedenen Zündkerzen bzw. Zylindern durchgeführt werden. 40

45

50

55

Fig. 1

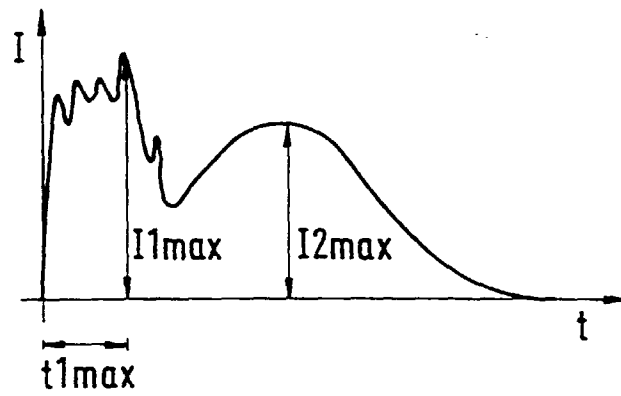


Fig. 2

