

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 801 226 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.10.2002 Patentblatt 2002/42

(51) Int Cl.7: **F02P 17/12, F02D 41/14**

(21) Anmeldenummer: **97104744.4**

(22) Anmeldetag: **20.03.1997**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Auswertung der Qualität eines Kraftstoff-Luftgemisches**

Method and device for evaluating the quality of an air fuel mixture

Méthode et dispositif pour évaluer la qualité d'un mélange d'air et de carburant

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI LU NL SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
LT LV SI

(30) Priorität: **12.04.1996 DE 19614388**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.10.1997 Patentblatt 1997/42

(73) Patentinhaber: **STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG**
D-37603 Holzminden (DE)

(72) Erfinder:
• **Nolte, Hubert**
37671 Höxter (DE)

• **Herrs, Martin**
37671 Höxter (DE)

(74) Vertreter: **Gaiser, Hartmut, Dipl.-Ing.**
Sulzbacher Strasse 39
90489 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 115 907 EP-A- 0 546 827
EP-A- 0 658 692 EP-A- 0 661 449
EP-A- 0 665 376 WO-A-92/20912
FR-A- 2 261 419

EP 0 801 226 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 betrifft ein Verfahren zum Auswerten der Qualität eines Kraftstoff-Luftgemisches in einer Verbrennungsphase, insbesondere bei einem Ottomotor, bei dem zyklisch ein die Verbrennungsphase einleitender elektrischer Zündimpuls an eine Zündkerze eines Verbrennungsraumes gelegt wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

[0002] Nach dem Stand der Technik werden Ottomotoren mit einem (fetten) Kraftstoff-Luftgemisch betrieben, dessen Lambdawert (Kraftstoff/Luftverhältnis) um 1 liegt. Eine solche Betriebsweise ist hinsichtlich der Verbrennungsabgase und des Kraftstoffverbrauchs nicht immer befriedigend.

[0003] Es sind auch Ottomotoren bekannt, die mit einem mageren Kraftstoff-Luftgemisch (Lambdawert >1) betrieben werden. Dadurch wird der Kraftstoffverbrauch reduziert. Es kann jedoch zum "Klopfen" kommen, was unerwünscht ist.

[0004] Bei den bekannten Motoren wird nicht das Kraftstoff-Luftverhältnis einzelner Verbrennungsphasen ausgewertet, so daß Regelungen des Kraftstoff-Luftverhältnisses entsprechend unscharf sind.

[0005] In der DE 28 02 196 C2 ist eine Ionenstromsonde zur Erfassung des Ionisationszustandes von Reaktionsgemischen beschrieben. Die Ionenstromsonde ist mit einer Auswerteeinrichtung für den Ionenstrom zur Bildung einer Steuer- oder Anzeigegröße verbunden. Zum Abbrennen von Rückständen wird an die Ionenstromsonde, die von einer Zündkerze gebildet sein kann, eine Zündspannung gelegt.

[0006] In der DE 42 39 803 C2 ist eine Ionisationsstromdetektoreinrichtung für eine Brennkraftmaschine vorgeschlagen. Mit dieser soll die Verbrennung des Gasgemisches durch die Ermittlung eines Verbrennungsimpulses bestätigt werden. Es kann nur erfaßt werden, ob eine Verbrennung erfolgte oder nicht erfolgte.

[0007] Aus der DE-PS 34 45 539 ist eine Auswertung des Lambdawertes bekannt, bei der die Zeit zwischen dem Zündimpuls und dem Ausbreiten der Flammenfront erfaßt wird. Diese Zeit repräsentiert den Ist-Lambdawert. Zur Messung der Ausbreitung der Flammenfront dient eine separat im Verbrennungsraum montierte Elektrode.

[0008] In der WO 92/20 912 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen von Fehlzündungen in einem Zylinder einer Brennkraftmaschine beschrieben. Zur Zündung des Luft-/Kraftstoffgemisches wird ein Funken elektrisch erzeugt. Nach dem Auslösen dieses Funkens wird ein zweiter Funken ausgelöst. Die Durchbruch-Überspannung des zweiten Funkens wird erfaßt. Diese Durchbruch-Überspannung wird mit einer vorbestimmten Schwellwertspannung verglichen. Damit wird erkannt, ob die Überspannung größer oder kleiner als die vorbestimmte Schwellwertspannung ist. Bei

diesem Verfahren ist nicht die Qualität des Kraftstoff-Luftgemisches erfassbar. Insbesondere ist nicht vorgesehen, die Qualität eines Kraftstoff-Luftgemisches in einer Verbrennungsphase auszuwerten.

5 **[0009]** Möglichkeiten zur Auswertung von Zündfehlern ergeben sich auch aus der EP-A-0 661 449, der EP-A-0 665 376 und der EP-A-0 658 692. Die Qualität des Kraftstoff-Luftgemisches wird dort jedoch nicht zur Regelung des Gemischverhältnisses einer nachfolgenden Verbrennungsphase eingesetzt.

10 **[0010]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Auswerten eines Kraftstoff-Luftgemisches einer Verbrennungsphase vorzuschlagen, um einen schadstoffarmen, kraftstoffsparenden und kloppfreien Betrieb einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere Ottomotors, zu ermöglichen.

15 **[0011]** Erfindungsgemäß ist obige Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] Dadurch ist erreicht, daß unter Verwendung der ohnehin vorhandenen Zündkerze das Gemischverhältnis (Lambdawert) des in einer einzelnen Verbrennungsphase im Verbrennungsraum jeweils vorliegenden Kraftstoff/Luftgemisches ermittelt wird. Die Zündkerze wirkt im Verbrennungsraum als Ionisationselektrode, wobei die von dem Gemischverhältnis abhängige Ionisierung des im Verbrennungsraum jeweils befindlichen Kraftstoff-Luftgemisches den elektrischen Prüfimpuls entsprechend beeinflusst. Die aktive Vorgabe eines definierten Prüfimpulses führt zu besser reproduzierbaren und besser auswertbaren Signalen als eine nur passive Auswertung der Ionisierung der Verbrennungsphase.

25 **[0013]** Die aus der Beeinflussung des Prüfimpulses abgeleitete elektrische Größe läßt sich zur Steuerung des Gemischverhältnisses der folgenden Verbrennungsphase und/oder der folgenden Verbrennungsphasen verwenden. Dies kann dadurch geschehen, daß die Kraftstoffzufuhr und/oder die Luftzufuhr entsprechend erhöht und/oder reduziert wird, um den Sollwert des Gemischverhältnisses zu erreichen. Vorzugsweise wird im Bereich des Gemischverhältnisses, bei dem der Motor zum "Klopfen" neigt, auch der Zündzeitpunkt nachgestellt, um ein "Klopfen" bei folgenden Verbrennungsvorgängen zu vermeiden.

40 **[0014]** Im Grenzfall kann nach jeder Verbrennungsphase (Arbeitstakt des Ottomotors) bzw. jedem Prüfimpuls das optimale Gemischverhältnis und der optimale Zündzeitpunkt für die nächste Verbrennungsphase eingestellt werden. Es kann jedoch auch vorteilhaft sein, aus mehreren Prüfimpulsen aufeinanderfolgender Verbrennungsphasen einen Mittelwert zu bilden und mit diesem die Nachstellung für eine oder mehrere folgende Verbrennungsphasen vorzunehmen und/oder aufgrund des Prüfimpulses einer Verbrennungsphase die Nachstellung für mehrere nachfolgende Verbrennungsphasen vorzunehmen.

55 **[0015]** Ein Ottomotor hat üblicherweise mehrere Verbrennungsräume (Zylinder). Durch die Erfindung ist es

möglich, das Gemischverhältnis und nötigenfalls den Zündzeitpunkt für jeden Zylinder separat zu erfassen und einzustellen.

[0016] Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist durch die Merkmale der Ansprüche 12 bis 14 gekennzeichnet. Diese elektrische Vorrichtung ist einfach in eine übliche Zündanlage zu integrieren.

[0017] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und der Vorrichtung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 ein Zeitdiagramm einer Verbrennungsphase (Arbeitstakt eines Ottomotors) mit Zündimpuls und Prüfpuls,

Figur 2 A,B,C Meßdiagramme des Prüfpulses bei einem fetten Gemisch, z.B. λ 0,8,

Figur 3 A,B,C Meßdiagramme des Prüfpulses bei λ um 1,

Figur 4 A,B,C Meßdiagramme des Prüfpulses bei sehr magerem Gemisch, z.B. $\lambda > 1$,

wobei bei den Meßdiagrammen 2A, 3A und 4A eine Integralmessung, bei den Meßdiagrammen 2B, 3B, 4B eine Spannungsmessung in einem vorgegebenen Zeitfenster und bei den Meßdiagrammen 2C, 3C, 4C eine vom Erreichen eines Spannungsschwellwertes abhängige Zeitmessung erfolgt,

Figur 5 schematisch ein Schaltbild zur Erzeugung und Auswertung des Prüfpulses nach den Figuren 1 bis 4.

[0018] Ein Ottomotor weist mehrere Verbrennungsräume(1) auf, von denen in der Figur 5 einer gezeigt ist. In dem Verbrennungsraum(1) ist eine Zündkerze(2) angeordnet. Über ein nicht dargestelltes Ventil ist dem Verbrennungsraum(1) ein Kraftstoff-Luftgemisch zuführbar, dessen Gemischverhältnis beispielsweise mit einer Einspritzdüse(3) und einer Drosselklappe(4) einstellbar ist.

[0019] Die Zündkerze(2) ist an eine Sekundärwicklung(5) einer Zündspule(6) angeschlossen, vor deren Primärwicklung(7) ein Unterbrecher(8) liegt. Ein Zündverteiler(9) verteilt die Zündimpulse auf die Zündkerzen(2) der Verbrennungsräume.

[0020] In den Figuren 1 bis 4 ist die Verbrennungsphase(V) eines Verbrennungsraums(1) eines Viertakt-Ottomotors angedeutet. Diese beginnt mit einem über den Unterbrecher(8) und die Zündspule(6) von der Zündkerze(2) ausgelösten Zündimpuls(Z), der beispielsweise eine Zündspannung von 15 kV hat. Sie endet je nach der Motordrehzahl nach einigen ms, wonach das Abgas aus dem Verbrennungsraum(1) ausgeschoben wird. Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fi-

guren 1 bis 4 wird um t_v zeitverzögert nach dem Zündzeitpunkt(t_0) während jeder Verbrennungsphase(V) von einem Prüfpuls-generator(10) ein strichliert dargestellter Prüfpuls(P) erzeugt. Zur Erfassung des Zündzeitpunktes ist der Prüfpuls-generator(10) über eine Signalleitung(11) mit dem Unterbrecher(8) oder der Sekundärwicklung(5) der Zündspule(6) gekoppelt. Der Prüfpuls(P) ist ein Rechteckimpuls, der die Verbrennungsphase(V) einschließt.

[0021] Der Prüfpuls beginnt nach der Zeitverzögerung(t_v) zum Zeitpunkt(t_1). Die Zeitverzögerung(t_v) ist so bemessen, daß der Prüfpuls vor dem Beginn der eigentlichen Verbrennungsphase(V) einsetzt. Die Zeitverzögerung(T_v) ist kleiner als 1ms; sie liegt beispielsweise bei 0,1ms. Durch die Zeitverzögerung(t_v) werden Nachschwingungen der Zündspannung ausgefiltert. Der Prüfpuls(P) endet zum Zeitpunkt(t_2) nach der Verbrennungsphase(V). Seine Dauer (t_p) beträgt etwa maximal 15ms.

[0022] Die Amplitude(U_0) bleibt vor dem Widerstand (R_1) während der Dauer des Prüfpulses konstant und wird hinter dem Widerstand(R_1) durch eine eventuelle Ionisation verkleinert. Die Amplitude des Prüfpulses (P) ist wesentlich kleiner als die Zündspannung(U_z) der Zündkerze. Beispielsweise liegt der Maximalwert(U_0) der Amplitude etwa zwischen 100 V und 1000 V, beispielsweise bei 600 V.

[0023] Der Prüfpuls(P) ist über einen Meßwiderstand(R_1) an die Zündkerze(2) gelegt. Eine am Meßwiderstand(R_1) liegende Auswerteschaltung(12) erfaßt die sich in Abhängigkeit von dem jeweiligen Gemischverhältnis im Verbrennungsraum(1) infolge der unterschiedlichen Ionisierung des Kraftstoff-Luftgemisches ergebende Änderung der Amplitude bzw. des Meßsignalverlaufs(P_{io}) gegenüber dem Prüfpuls(P) mit dem Maximalwert(U_0). Hierzu dienen Meßleitungen (16,17) vor und hinter dem Meßwiderstand(R_1), die auf die Auswerteschaltung(12) gelegt sind und eine Differenzspannung an diese legen. Die Figuren 2, 3 und 4 zeigen solche Amplitudenänderungen bzw. Meßsignaländerungen anhand von Meßergebnissen.

[0024] Bei einem Gemischverhältnis entsprechend $\lambda < 1$ ergibt sich bei der Messung der Meßsignalimpuls(P_{io}) mit einer Amplitude(U_1) (vgl. Fig. 2A, 2B, 2C) Bei einem Gemischverhältnis entsprechend λ etwa 1 ergibt sich bei der Messung ein Meßsignalimpuls(P_{io}) mit einer Amplitude(U_2) (vgl. Fig. 3A, 3B, 3C). Bei einem Gemischverhältnis entsprechend $\lambda > 1$ ergibt sich bei der Messung der Meßsignalimpuls(P_{io}) mit einer Amplitude (U_3) (vgl. Fig. 4A, 4B, 4C). Die jeweilige Änderung des sich ergebenden Meßsignalimpulses(P_{io}) gegenüber dem Prüfpuls ist somit ein Maß für das jeweilige Gemischverhältnis in dem Verbrennungsraum(1) in der Verbrennungsphase (V). Diese Änderung erfaßt die Auswerteschaltung(12) und wertet sie zur Steuerung der Einspritzdüse(3) über eine Steuerleitung(13) und/oder zur Steuerung der Drosselklappe(4) über eine Steuerleitung (14) und zur

Steuerung des Zündzeitpunktes des Unterbrechers(8) über eine Steuerleitung(15) aus.

[0025] An die Auswerteschaltung(12) ist ein Sollwert (S) gelegt, der das jeweils gewünschte Gemischverhältnis vorgibt. Entsprechend der Abweichung vom Sollwert (S) stellt die Auswerteschaltung(12) die Kraftstoff- und/oder Luftzufuhr über die Steuerleitungen(13,14) nach.

[0026] Bei der Schaltung nach Figur 5 ist der Prüfpuls(P) über den Meßwiderstand(R1) an die Zündkerze (2) gelegt. Die Sekundärwicklung(5) ist durch einen oder mehrere spannungsabhängigen Widerstände(R2) von dem Prüfpuls(P) entkoppelt. Dieser wird dadurch an der Zündkerze(2), nicht jedoch an der Sekundärwicklung(5) wirksam. Die spannungsabhängigen Widerstände(R2) liegen in Reihe zur Sekundärwicklung(5). Für die Zündspannung(Uz) stellen sie einen kleinen Widerstand und für den Prüfpuls(P) stellen sie einen großen Widerstand dar. Dadurch ist eine einfache Schaltung erreicht, die einerseits gewährleistet, daß der Zündimpuls(Z) ungestört auf die Zündkerze(2) wirken kann und andererseits der Prüfpuls(P) nach dem Zündimpuls(7) ungestört zur Zündkerze(2) gelangt.

[0027] Da der Zündverteiler(9) zwischen den spannungsabhängigen Widerständen(R2) und der Zündkerze(2) liegt, erfaßt die beschriebene Schaltung die Verbrennungsphase(V) in jedem Verbrennungsraum(1) einzeln.

[0028] Die Auswertung des Meßsignalimpulses(Pio) kann durch entsprechende Auslegung der Auswerteschaltung(12) in unterschiedlicher Weise erfolgen:

[0029] A: Die Auswerteschaltung(12) integriert den Verlauf des Meßsignalimpulses(Pio), der sich infolge der Beeinflussung des Prüfpulses(P) durch die Ionisierung im jeweiligen Verbrennungsvorgang(V) ergibt, über die Zeit, nämlich die Dauer des Prüfpulses(P) (vgl. Fig. 2A, 3A, 4A). Wie der Vergleich der schraffierten Flächeninhalte (Integrale) der Meßsignalverläufe in den Figuren 2A, 3A, 4A zeigt, ist dieser Flächeninhalt bei einem Lambdawert von etwa 1 (vgl. Fig. 3A) deutlich größer als bei $\lambda < 1$ und $\lambda > 1$ (vgl. Fig. 2A, 4A), was von der Auswerteschaltung(12) einfach auswertbar und zur Regelung des Kraftstoff-Luftgemisches verwendbar ist.

[0030] B: Mit dem Beginn des Prüfpulses(P) zum Zeitpunkt(t1) oder mit dem Zündimpuls(Z) wird ein Zeitgeber gestartet. Nach der von diesem vorgegebenen Zeit(ts), die länger als die Zeitverzögerung(tv) ist, wird zum Zeitpunkt(t3) für eine im Vergleich zur Dauer des Verbrennungsvorgangs(V) sehr kurze Zeit ein Meßfenster(F) geöffnet. In diesem Meßfenster(F) erfaßt die Auswerteschaltung(12) die jeweilige Höhe des Meßsignals(Pio) (vgl. Fig. 2B, 3B, 4B). Der Vergleich der Höhe der Meßsignale(Pio) in den Meßfenstern(F) in den Figuren 2B, 3B, 4B zeigt, daß das Meßsignal zum Meßzeitpunkt(t3) bei einem Lambdawert von etwa 1 (vgl. Fig. 3B) deutlich größer ist als bei einem Lambdawert < 1 und einem Lambdawert > 1 (vgl. Fig. 2B, 4B). Dies ist von der Auswerteschaltung(12) einfach aus-

wertbar und zur Regelung des Kraftstoff-Luftgemisches verwendbar.

[0031] Bei dieser Ausführung ist es nicht notwendig, daß die Dauer des Prüfpulses(P) den Verbrennungsvorgang(V) ganz einschließt. Der Anfang(t1) und das Ende(t2) des Prüfpulses(P) können nahe an das Meßfenster(F) gelegt werden.

[0032] C: Von der Auswerteschaltung(12) wird ein Schwellwert(Uschw) vorgegeben, der kleiner ist als die Amplituden(U1, U2, U3). Die Auswerteschaltung(12) erfaßt die Zeitdauer(tschw), nach der das Meßsignal(Pio) den Schwellwert(Uschw) erreicht. Der Beginn der Zeitdauer (tschw) kann auf den Zeitpunkt(t1) des Beginns des Prüfpulses(P) (vgl. Fig. 2C, 3C, 4C) oder auf den Zündzeitpunkt(t0) gelegt werden.

[0033] Wie der Vergleich der Figuren 2C, 3C, 4C zeigt, ist bei einem Lambdawert von etwa 1 (vgl. Fig. 3C) die Zeitdauer (tschw) bis zum Erreichen des Schwellwerts(Uschw) deutlich kürzer als bei $\lambda < 1$ und $\lambda > 1$ (vgl. Fig. 2C, 4C), was von der Auswerteschaltung(12) einfach auswertbar und zur Regelung des Kraftstoff-Luftgemisches verwendbar ist.

[0034] D: Es ist auch eine Kombination der Verfahren nach C und A möglich. Dabei wird beim Erreichen des Schwellwerts (Uschw) die Integration nach A gestartet. Dadurch ist der Einfluß von störenden Meßsignal-schwankungen, die unterhalb des Schwellwerts (Uschw) und innerhalb der Zeitdauer(tschw) liegen, auf das Integrationsergebnis unterdrückt.

[0035] Bei den genannten Verfahren A, B, C, D wird nicht direkt erfaßt, ob der jeweilige Verbrennungsvorgang über- oder unterstöchiometrisch ist ($\lambda > 1$ oder $\lambda < 1$). Dies kann jedoch dadurch erfaßt werden, daß die Auswerteschaltung(12) die jeweilige Stellung oder die jeweilige Stellrichtung der Aktorik (Düse 3, Drosselklappe 4) erfaßt, weil die jeweiligen Stellungen oder Stellrichtungen ein Abbild der Betriebsweise im über- oder unterstöchiometrischen Bereich sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auswerten der Qualität eines Kraftstoff-Luftgemisches in einer Verbrennungsphase, insbesondere bei einem Ottomotor, bei dem zyklisch ein die Verbrennungsphase einleitender elektrischer Zündimpuls an eine Zündkerze eines Verbrennungsraums gelegt wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass während der Verbrennungsphase (V) folgend auf den Zündimpuls (Z) ein elektrischer Prüfpuls (P) an die Zündkerze gelegt und dass die durch das jeweilige Kraftstoff-Luftgemisch des Verbrennungsraums erfolgende Beeinflussung des Prüfpulses (P) als elektrische Größe derart erfasst wird, dass sie dem Gemischverhältnis des Kraftstoff-Luftgemischs entspricht, und dass die elektrische Größe zur Steuerung des Gemischverhältnisses des

Kraftstoff-Luftgemisches der folgenden Verbrennungsphase (V) oder der folgenden Verbrennungsphasen (V) ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die elektrische Größe zur Steuerung des Zündzeitpunktes des oder der folgenden Zündimpulse (Z) ausgewertet wird. 5
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Prüfimpuls(P) etwa der Dauer der Verbrennungsphase(V) entspricht. 10
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Amplitude des Prüfimpulses(P) auf einen vorbestimmten Maximalwert(U0) ausgelegt wird, der wesentlich kleiner als die Zündspannung des Zündimpulses (Z) ist, wobei sich der Istwert der Amplitudedes Prüfimpulses(P) entsprechend dem jeweiligen Gemischverhältnis des Kraftstoff-Luftgemisches im jeweiligen Verbrennungsvorgang gegenüber dem Maximalwert (U0) verkleinert und dies ausgewertet wird, und daß die Höhe des infolge des Prüfimpulses(P) auftretenden Meßsignals(Pio) nach einer vorgegebenen Zeit(ts) ausgewertet wird, wobei der Meßzeitpunkt(t3) innerhalb der Dauer des Prüfimpulses(P) liegt. 15 20 25 30
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Amplitude des Prüfimpulses(P) auf einen vorbestimmten Maximalwert(U0) ausgelegt wird, der wesentlich kleiner als die Zündspannung des Zündimpulses (Z) ist, und daß das Integral des durch das jeweilige Mischverhältnis beeinflussten Meßsignalverlaufs(Pio) während des Prüfimpulses (P) ausgewertet wird. 35 40
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude des Prüfimpulses(P) auf einen vorbestimmten Maximalwert(U0) ausgelegt wird, der wesentlich kleiner als die Zündspannung des Zündimpulses(Z) ist, und daß der Zeitpunkt(tschw) des Erreichens eines Meßsignalschwellwerts(Uschw) ausgewertet wird. 45 50
7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß ab dem Zeitpunkt des Erreichens des Meßsignalschwellwerts(Uschw) der weitere Meßsignalverlauf durch Integration ausgewertet wird. 55

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei einem Ottomotor mit einem den Zündimpuls auslösenden Unterbrecher und einer den Zündimpuls erzeugenden Zündspule,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Prüfimpulsgenerator(10) den Zündzeitpunkt am Unterbrecher(8) erfaßt und mit einer Verzögerungszeit(tv) den Prüfimpuls(P) erzeugt und daß der Prüfimpulsgenerator (10) mit der Zündkerze(2) und einer Auswerteschaltung(12) verbunden ist, die den von dem jeweiligen Kraftstoff-Luftgemisch im Verbrennungsraum(1) beeinflussten Prüfimpuls(P) auswertet.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Prüfimpulsgenerator(10) über einen Meßwiderstand (R1) an die Zündkerze(2) und die Auswerteschaltung(12) gelegt ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein oder mehrere spannungsabhängige Widerstände(R2) in Reihe zur Sekundärwicklung(5) der Zündspule(6) geschaltet sind, und somit den Prüfimpuls(P) von der Sekundärwicklung(5) entkoppeln.

Claims

1. Method of evaluating the quality of a fuel/air mixture in a combustion phase, in particular in an Otto engine, wherein an electrical ignition pulse introducing the combustion phase is cyclically applied to a spark plug of a combustion chamber, **characterised in that** during the combustion phase (V), consequent upon the ignition pulse (Z), an electrical test pulse (P) is applied to the spark plug and **in that** the modification of the test pulse (P) effected by the respective fuel/air mixture in the combustion chamber is detected as an electrical variable, such that it corresponds to the mixture ratio of the fuel/air mixture, and **in that** the electrical variable is evaluated in order to control the mixture ratio of the fuel/air mixture of the subsequent combustion phase (V) or the subsequent combustion phases (V).
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the electrical variable is evaluated in order to control the moment of ignition of the subsequent ignition pulse(s) (Z).
3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the test pulse (P) corresponds roughly to the duration of the combustion

phase (V).

4. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the amplitude of the test pulse (P) is subjected to a predetermined maximum value (U0), which is substantially smaller than the ignition voltage of the ignition pulse (Z), the actual value of the amplitude of the test pulse (P) being reduced compared to the maximum value according to the respective mixture ratio of the fuel/air mixture in the respective combustion operation and this is evaluated, and **in that** the level of the measurement signal (Pio) arising due to the test pulse (P) is evaluated after a specified time (ts), the moment of measurement (t3) being within the duration of the test pulse (P).

5. Method according to one of the preceding claims 1 to 3, **characterised in that** the amplitude of the test pulse (P) is subjected to a predetermined maximum value (U0), which is substantially smaller than the ignition voltage of the ignition pulse (Z), and that the integer of the measurement signal graph (Pio) modified by the respective mixture ratio is evaluated during the test pulse (P).

6. Method according to one of the preceding claims 1 to 3, **characterised in that** the amplitude of the test pulse (P) is subjected to a predetermined maximum value (U0), which is substantially smaller than the ignition voltage of the ignition pulse (Z), and **in that** the moment (tschw) when the measurement signal threshold (Uchw) is reached is evaluated.

7. Method according to claim 5 and 6, **characterised in that** from the moment when the measurement signal threshold (Uchw) is reached, the further measurement signal graph is evaluated by integration.

8. Apparatus for carrying out the method according to one of the preceding claims in an Otto engine having an interrupter for triggering the ignition pulse and an ignition coil generating the ignition pulse, **characterised in that** a test pulse generator (10) detects the moment of ignition at the interrupter (8) and with a delay (tv) generates the test pulse (P), and **in that** the test pulse generator (10) is connected to the spark plug (2) and an evaluation circuit (12), which evaluates the test pulse (P) modified by the respective fuel/air mixture in the combustion chamber (1).

9. Apparatus according to claim 8, **characterised in that** the test pulse generator (10) is applied via a measuring resistor (R1) to the spark plug (2) and the evaluation circuit (12).

10. Apparatus according to one of the preceding claims 8 or 9, **characterised in that** one or more voltage-dependent resistors (R2) are connected in series to the secondary winding (5) of the ignition coil (6), and thus decouple the test pulse (P) from the secondary winding (5).

Revendications

1. Méthode pour évaluer la qualité d'un mélange d'air et de carburant dans une phase de combustion, notamment dans un moteur à allumage par étincelles où une impulsions d'allumage électrique introduisant la phase de combustion est appliquée d'une manière cyclique à une bougie d'allumage d'une enceinte de combustion, **caractérisée en ce qu'il** est appliqué pendant la phase de combustion (V) à la suite de l'impulsion d'allumage (Z) une impulsion de contrôle électrique (P) à la bougie d'allumage et **en ce que** l'influence de l'impulsion de contrôle (P) exercée par le mélange d'air et de carburant respectif de l'enceinte de combustion est détectée comme grandeur électrique de telle sorte qu'elle correspond au rapport de mélange du mélange d'air et de combustible, et **en ce que** la grandeur électrique peut être évaluée pour la commande du rapport de mélange du mélange d'air et de carburant de la phase de combustion suivante (V) ou des phases de combustion suivantes (V).

2. Méthode selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la grandeur électrique est évaluée pour la commande de l'instant d'allumage de la ou des impulsions d'allumage suivantes (Z).

3. Méthode selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'impulsion de contrôle (P) correspond à peu près à la durée de la phase de combustion (V).

4. Méthode selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'amplitude de l'impulsion de contrôle (P) est conçue à une valeur maximale prédéterminée (U0) qui est nettement plus petite que la tension d'allumage de l'impulsion d'allumage (Z), où la valeur réelle de l'amplitude de l'impulsion de contrôle (P) diminue conformément au rapport de mélange respectif du mélange d'air et de carburant dans l'opération de combustion respective par rapport à la valeur maximale (U0) et que cela est évalué, et **en ce que** la hauteur du signal de mesure (Pio) se produisant à la suite de l'impulsion de contrôle (P) est évaluée après un temps prédéfini (ts), où l'instant de mesure (t3) se situe à l'intérieur de la durée de l'impulsion de contrôle (P).

5. Méthode selon l'une des revendications 1 à 3, **ca-**

caractérisée en ce que l'amplitude de l'impulsion de contrôle (P) est conçue à une valeur maximale prédéterminée (UO) qui est sensiblement plus petite que la tension d'allumage de l'impulsion d'allumage (Z) et que l'intégrale de l'allure de signaux de mesure (Pio) influencée par le rapport de mélange respectif est évaluée pendant l'impulsion de contrôle (P). 5

6. Méthode selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'amplitude de l'impulsion de contrôle (P) est conçue à une valeur maximale prédéterminée (UO) qui est sensiblement plus petite que la tension d'allumage de l'impulsion d'allumage (Z), et **en ce que** l'instant (tschw) de l'atteinte d'une valeur de seuil de signal de mesure (Uchw) est évalué. 10 15

7. Méthode selon la revendication 5 et 6, **caractérisée en ce que**, à partir de l'instant de l'atteinte de la valeur de seuil de signal de mesure (Uchw), l'allure ultérieure des signaux de mesure est évaluée par intégration. 20

8. Dispositif pour la mise en oeuvre de la méthode selon l'une des revendications précédentes dans un moteur à allumage par étincelles avec un rupteur déclenchant l'impulsion d'allumage et une bobine d'allumage produisant l'impulsion d'allumage, **caractérisé en ce qu'**un générateur d'impulsions de contrôle (10) détecte l'instant d'allumage au rupteur (8) et produit avec un temps de retard (tv) l'impulsion de contrôle (P), et **en ce que** le générateur d'impulsions de contrôle (10) est relié à la bougie d'allumage (2) et à un montage d'évaluation (12) qui évalue l'impulsion de contrôle (P) influencée par le mélange d'air et de carburant respectif dans l'enceinte de combustion (1). 25 30 35

9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le générateur d'impulsions de contrôle (10) est appliqué par une résistance de mesure (R1) à la bougie d'allumage (2) et au montage d'évaluation (12). 40

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes 8 ou 9, **caractérisé en ce qu'**une ou plusieurs résistances (R2) dépendant de la tension sont montées en série à l'enroulement secondaire (5) de la bobine d'allumage (6) et découplent ainsi l'impulsion de contrôle (P) de l'enroulement secondaire (5). 45 50

55

Fig. 1

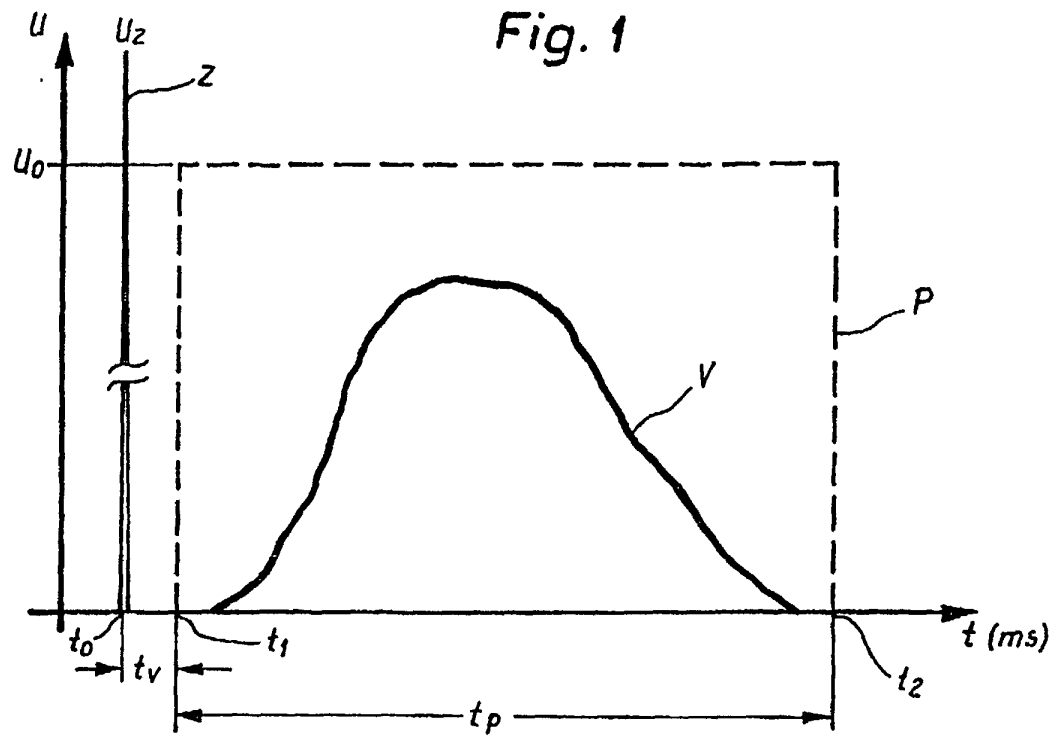


Fig. 5

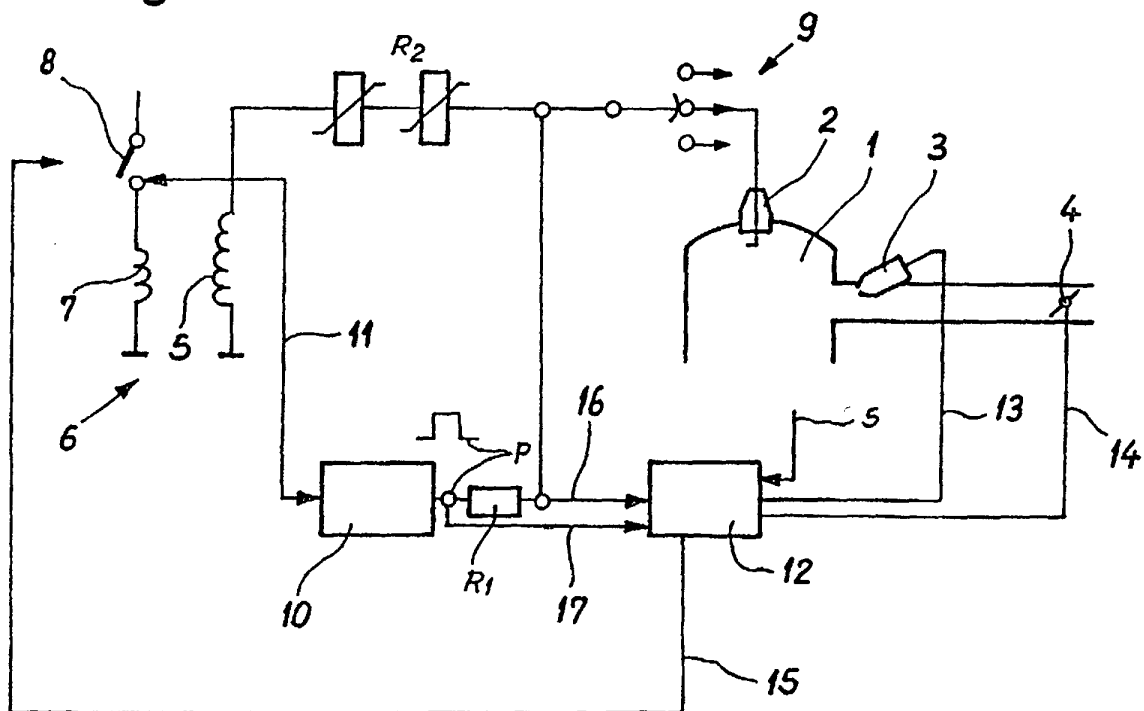


Fig. 2A

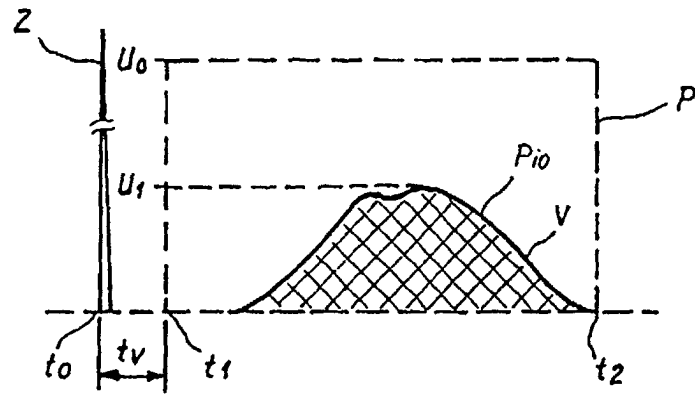


Fig. 3A

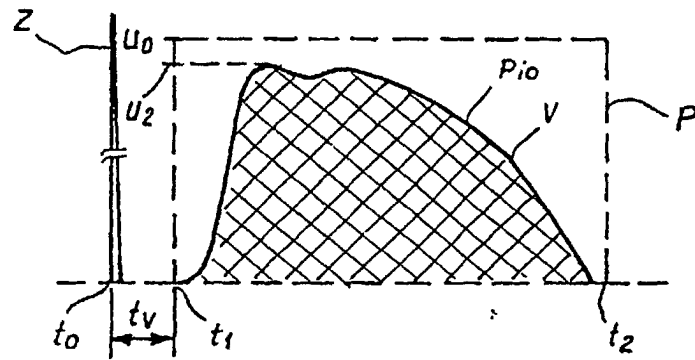


Fig. 4A

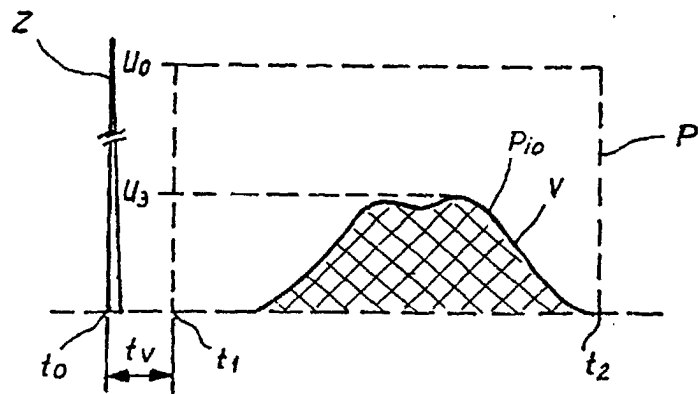


Fig. 2B

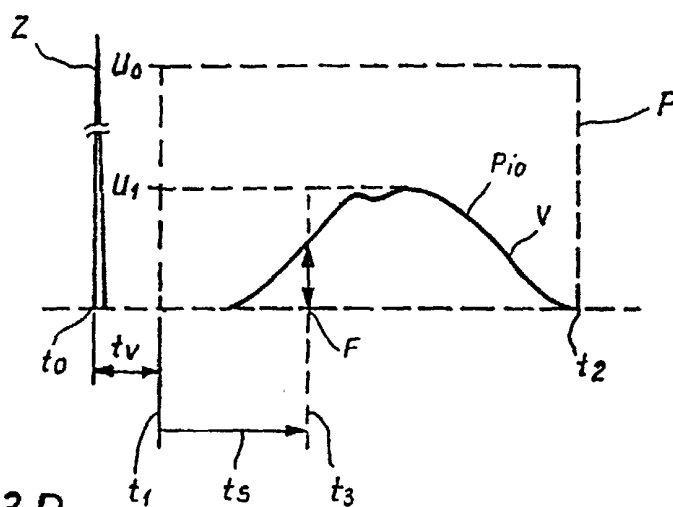


Fig. 3B

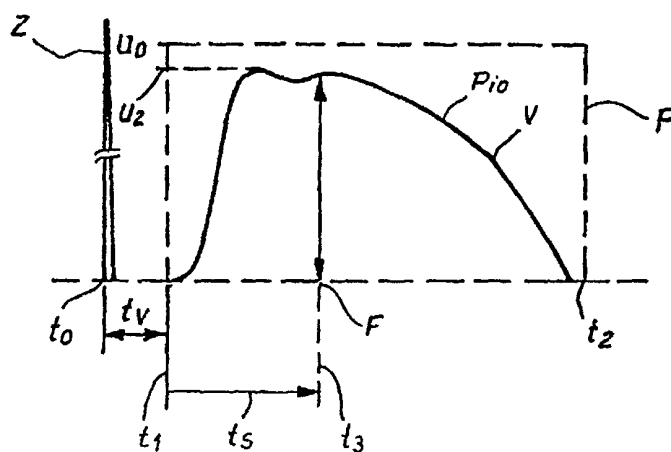


Fig. 4B

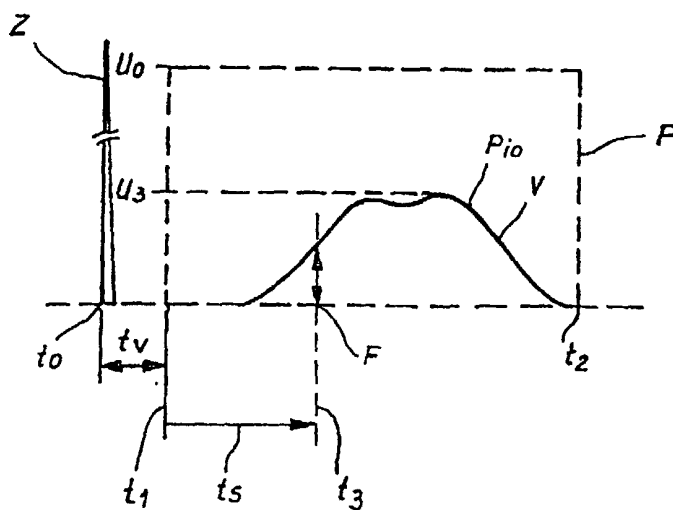


Fig. 2C

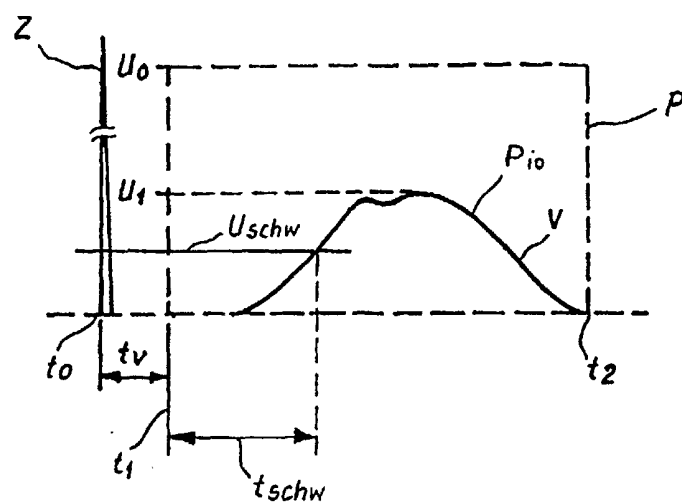


Fig. 3C

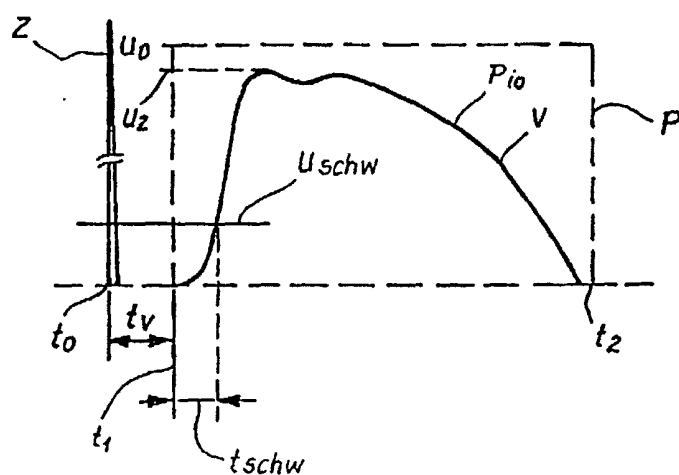


Fig. 4C

