

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 404 959 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.11.2006 Patentblatt 2006/45

(51) Int Cl.:
F02D 41/30^(2006.01) F02D 41/14^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02747194.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2002/002013

(22) Anmeldetag: **01.06.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/004850 (16.01.2003 Gazette 2003/03)

(54) **VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES KRAFTSTOFF/LUFTVERHÄLTNISSES IN EINZELNEN
ZYLINDERN EINES MEHRZYLINDRIGEN VERBRENNUNGSMOTORS**

METHOD FOR DETERMINING THE FUEL/AIR RATIO IN INDIVIDUAL CYLINDERS OF A MULTIPLE
CYLINDER INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE POUR DETERMINER LE RAPPORT CARBURANT/AIR DANS DES CYLINDRES
INDIVIDUELS D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A CYLINDRES MULTIPLES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

• **REIGEL, Johann**
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)

(30) Priorität: **29.06.2001 DE 10131179**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-99/36690 US-A- 4 745 742
US-A- 5 535 135 US-A- 5 813 389
US-A- 6 148 808

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.2004 Patentblatt 2004/15

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

• **MORAAL P E ET AL: "SINGLE SENSOR
INDIVIDUAL CYLINDER AIR-FUEL RATIO
CONTROL OF AN EIGHT CYLINDER ENGINE
WITH EXHAUST GAS MIXING" PROCEEDINGS
OF THE AMERICAN CONTROL CONFERENCE.
SAN FRANCISCO, JUNE 2 - 4, 1993, NEW YORK,
IEEE, US, Bd. 2, 2. Juni 1993 (1993-06-02), Seiten
1761-1767, XP000411128**

(72) Erfinder:
• **DEIBERT, Ruediger**
73730 Esslingen (DE)
• **KANTERS, Johannes**
70197 Stuttgart (DE)

EP 1 404 959 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 zur Bestimmung des Kraftstoff/Luftverhältnisse in einzelnen Zylindern (Einzelzylinder-Lambda) eines Verbrennungsmotors mit mehreren Zylindern, deren Abgase sich in einem gemeinsamen Abgasleitungssystem vermischen aus dem Signal einer Abgassonde, deren Einbauort in dem gemeinsamen Abgasleitungssystem liegt, mit Hilfe eines invertierbaren Modells für die Durchmischung der Abgase an dem Einbauort der Abgassonde. Ein solches Verfahren ist aus dem SAE Paper 940376 bekannt.

[0002] Bei der Bestimmung der Einzelzylinder-Lambda aus dem mit Hilfe eines invertierten Modells ausgewerteten Signals der einen Abgassonde hat sich bei Prüfstandsversuchen eine gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen des Modells und den tatsächlichen Istwerten von Lambda in den einzelnen Zylindern gezeigt. Bei der Übertragung des an einem Motor mit einer Referenzsonde applizierten Modells auf andere Motoren gleichen Typs haben sich jedoch größere Abweichungen zwischen den modellierten Lambdawerten und gemessenen Lambdawerten gezeigt. Dabei wurden auch Fehlzuzuordnungen festgestellt. Das heißt, das Modell schien zwar treffende Lambdawerte zu liefern, ordnete diese aber den falschen Zylindern zu.

[0003] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines verbesserten Verfahrens zur Bestimmung der Einzelzylinder-Lambdawerte aus dem Signal einer Abgassonde, die hinter einem Ort im Abgassystem angeordnet ist, an dem die Abgase der verschiedenen Zylinder zusammenströmen.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß bei der Bestimmung der Einzelzylinder-Lambda aus dem mit Hilfe des invertierten Modells ausgewerteten Signal der einen Abgassonde die Drehwinkelposition der Abgassonde an ihrem Einbauort berücksichtigt wird.

[0005] Diese Maßnahme ermöglicht vorteilhafterweise eine Kompensation des Einflusses unbekannter Sondereinbauwinkel durch eine Steuergerätefunktion. Auf eine sonst notwendige Festlegung des Sondereinbauwinkels durch mechanische Vorrichtungen kann dadurch verzichtet werden. Dies erlaubt eine kostengünstigere Fertigung der Abgassonden als auch der Abgassysteme, in die die Abgassonden eingeschraubt werden.

[0006] Eine weitere Maßnahme sieht vor, daß wenigstens ein Zylinder des Verbrennungsmotors vorübergehend mit einer Kraftstoff/Luftgemischzusammensetzung betrieben wird, die von der Kraftstoff/Luftgemischzusammensetzung der übrigen Zylinder in vorbestimmter Weise abweicht, daß die Reaktion der Abgassonde auf diese Abweichung ermittelt wird und mit wenigstens einer gespeicherten Reaktion verglichen wird, die bei gleichen Verhältnissen mit einer Abgassonde aufgenommen wurde, deren Drehwinkelposition an ihrem Einbauort bekannt war und daß die Weiterverarbeitung des SONDENSIGNALS so beeinflusst wird, daß die vorbestimmte Ab-

weichung durch die Schätzwerte, die durch das Modell gebildet werden, widergegeben wird.

[0007] Diese Maßnahme liefert den Vorteil einer einfach zu realisierenden Testfunktion zur Ermittlung des unbekannten Sondenwinkels.

[0008] Eine weitere Maßnahme sieht vor, daß die Reaktion der Abgassonde auf die genannte Abweichung mit mehreren gespeicherten Reaktionen verglichen wird, die mit jeweils anderer, bekannter Drehwinkelposition der Abgassonde bei sonst gleichen Verhältnissen aufgenommen wurden, daß diejenige der gespeicherten Reaktionen ausgewählt wird, die die größte Ähnlichkeit mit dem Signal der Abgassonde aufweist und daß die Weiterverarbeitung des SONDENSIGNALS dadurch beeinflusst wird, daß die Schätzwerte künftig mit einem Modell gebildet werden, das auf die ausgewählte Reaktion abgestimmt wurde.

[0009] Diese Maßnahme liefert den Vorteil einer sehr genauen Anpassung des Modells an den Sondereinbauwinkel.

[0010] Eine weitere Maßnahme sieht vor, daß die Weiterverarbeitung des SONDENSIGNALS dadurch beeinflusst wird, daß das Eingangssignal des Modells Signal dem phasenverschobenen Signal der Abgassonde entspricht und daß das Ausmaß der Phasenverschiebung solange verändert wird, bis die Reaktion der Abgassonde einer bestimmten gespeicherten Reaktion entspricht.

[0011] Diese Maßnahme beansprucht besonders wenig Speicherplatz und Rechenkapazität, weil sie in der Signalverarbeitungskette gewissermaßen vor den aufwendigeren Berechnungen des Modells zur Wirkung kommt.

[0012] Eine weitere Maßnahme sieht vor, daß die Weiterverarbeitung des SONDENSIGNALS dadurch beeinflusst wird, daß das Signal der Abgassonde drehzahlsynchron so abgetastet wird, daß für jeden Zünd-OT von jedem Zylinder jeweils ein abgetasteter Wert vorhanden ist und daß die Lage des Abtastzeitpunktes relativ zu den Zünd-OT solange variiert wird, bis die Reaktion der Abgassonde einer bestimmten gespeicherten Reaktion entspricht.

[0013] Auch hier gilt, daß diese Maßnahme besonders wenig Speicherplatz und Rechenkapazität beansprucht, weil sie in der Signalverarbeitungskette gewissermaßen vor den aufwendigeren Berechnungen des Modells zur Wirkung kommt.

[0014] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung mit Bezug auf die Figuren erläutert.

[0015] Die Fig. 1 zeigt das technische Umfeld, in dem die Erfindung zur Anwendung kommt. Fig. 2 stellt eine schematische Darstellung einer Abgassonde 10 dar, die in der zur Einschraubachse senkrechten Ebene geschnitten ist. Fig. 3 verdeutlicht die Bildung von Eingangssignalen für das Modell zur Schätzung der Lambda-Istwerte. Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm als Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Die Ziffer 1 in der Fig. 1 repräsentiert einen Verbrennungsmotor mit vier Zylindern 2, 3, 4 und 5. Die Zylinder werden aus einem Saugrohr 6 mit Luft oder Kraft-

stoff/Luftgemisch versorgt. Die Menge der von den Zylindern angesaugten Luft wird durch ein Luftmengenstellglied 7, beispielsweise eine Drosselklappe, gesteuert. Alternativ kann die Menge der in die Zylinder strömenden Luft auch durch eine variable Ventilsteuerung gesteuert werden. Ein Luftmengenmesser 8 mißt die Menge der vom Verbrennungsmotor angesaugten Luft. Die Drehzahl n des Verbrennungsmotors wird durch einen Drehzahlsensor 9 erfaßt. Zur Erfassung des Verhältnisses von Kraftstoff und Luft dient ein Abgassensor 10, der in einem Abgassystem 11 an einem Einbauort angeordnet ist, der in Richtung der Abgasströmung betrachtet hinter einem Zusammenfluß der Abgase der einzelnen Zylinder zu einem Gesamtabgasstrom liegt. Ein Steuergerät berechnet aus gemessenen Betriebsparametern des Verbrennungsmotors, wenigstens aus der gemessenen Luftmenge und der Drehzahl ein Maß für die Füllung der einzelnen Zylinder mit Luft und bildet dazu Einspritzimpulsbreiten t_i zur Ansteuerung von zylinderindividuellen Einspritzventilen 13, 14, 15 und 16. Die Einspritzventile können den Kraftstoff beispielsweise vor die Einlaßventile der Zylinder oder aber auch direkt in die Brennräume der Zylinder einspritzen. Durch das Signal des Abgassensors kann die Kraftstoffzumessung überprüft und gegebenenfalls vom Steuergerät 12 korrigiert werden.

[0017] Am Einbauort der Abgassonde ist bereits eine Durchmischung der Abgase der Zylinder eingetreten. Die Zusammensetzung des Abgases am Sondeneinbauort hängt daher von den Lambdawerten der einzelnen Zylinder ab. In vereinfachter Darstellung können die Lambdawerte der einzelnen Zylinder auf folgende Weise konstruiert werden. Das Signal der Abgassonde wird synchron mit den Zeitpunkten der Zündung in den einzelnen Zylindern abgetastet. Zu einem Zeitpunkt t ist die Abgaszusammensetzung am Sondeneinbauort beispielsweise zu einem größeren Teil durch die Zusammensetzung des Abgases der letzten Verbrennung und zu jeweils kleineren Teilen durch die Abgaszusammensetzung der vorhergehenden Verbrennungen bestimmt. Jeder Zylinder beeinflusst die Abgaszusammensetzung damit zu einem Zeitpunkt t mit einem bestimmten Gewicht c . Anders ausgedrückt:

[0018] Der am Sondeneinbauort gemessene Lambdawert ist als Summe der mit Gewichtungsfaktoren c versehenen Lambdawerte der einzelnen Zylinder darstellbar.

[0019] Für einen Verbrennungsmotor mit N Zylindern ergeben sich damit bei zündungssynchroner Abtastung N gemessene Lambdawerte die über eine Gewichtungsfaktoren-Matrix c_{ij} mit N Zeilen und N Spalten den N Lambdawerten zugeordnet werden kann.

[0020] Durch Prüfstandsmessungen sind die Gewichtungsfaktoren ermittelbar. Die ermittelten Gewichtungsfaktoren stellen damit gewissermaßen Parameter eines Modells dar, aus dem sich in umgekehrter Richtung Lambdawertschätzungen für die Einzelzylinder-Lambdawerte aus jeweils N Abtastwerten des Sondersignals ermitteln lassen. Die umgekehrte Richtung entspricht damit dem invertierten Modell.

[0021] Einzelheiten dazu sowie Einzelheiten einer darauf aufbauenden Einzelzylinder-Lambdaregelung sind dem oben genannten SAE Paper zu entnehmen.

[0022] Abgassonden werden üblicherweise in das Abgassystem eingeschraubt und damit mechanisch gegen das Abgassystem verspannt. Werden mehrere Paarungen baugleicher Abgassonden und baugleicher Abgassysteme miteinander verschraubt, so ist die Drehwinkelposition, bei der eine ausreichend hohe Verspannung eintritt, von Paarung zu Paarung unterschiedlich.

[0023] Die Erfinder haben erkannt, daß Streuungen in den auf die oben angegebene Art bestimmten Lambdawertschätzungen mit der Drehwinkelposition der Abgassonde korrelieren. Möglicherweise sind dafür Brüche der Rotationssymmetrie in der Abgassondenstruktur verantwortlich. So kann beispielsweise das gassensitive Teil eines Abgassensors plättchenförmig und damit nicht rotationssymmetrisch sein. Außerdem ist der gassensitive Bereich einer Abgassonde üblicherweise von einem Schutzrohr umgeben, das Öffnungen für den Gasdurchtritt aufweist. Je nach Drehlage der Öffnungen und des gassensitiven Teils kommt es möglicherweise zu Verzögerungen in der Zeit, die zwischen dem Ausstoßen des Abgases aus dem Zylinder und dem Eintreffen am gassensitiven Teil der Abgassonde verstreicht. Auch Unsymmetrien in der Beheizung des Sensors können möglicherweise selbst bei einem rotationssymmetrischen gassensitiven Sondenteil dafür verantwortlich sein, daß eine unsymmetrische Temperaturverteilung die Funktion von Teilbereichen des gassensitiven Teils begünstigt, so daß deren Drehwinkelposition von Bauteilpaarung zu Bauteilpaarung schwanken kann.

[0024] Fig. 2 verdeutlicht diese Zusammenhänge durch eine schematische Darstellung einer Abgassonde 10, die in der zur Einschraubachse senkrechten Ebene geschnitten ist. Die Ziffer 20 bezeichnet eine Trägerstruktur, die ein gassensitives Teil 21 trägt. Die Ziffer 22 bezeichnet ein Schutzrohr, das den gassensitiven Teil umgibt und Öffnungen 23 zum Abgassystem aufweist. Der Pfeil 24 verdeutlicht die Strömungsrichtung des Abgases und der Pfeil 25 bezeichnet den Winkel α , um den das gassensitive Teil gegenüber der Strömungsrichtung des Abgases verdreht ist.

[0025] Fig. 3 verdeutlicht die Bildung von Eingangssignalen für das Modell zur Schätzung der Lambdawerte. Das Signal 3.1 repräsentiert einen Zählerstand, der beispielsweise jeweils beim oberen Totpunkt eines Zylinders nach dem Verdichtungstakt (Zünd-OT) erhöht wird und der jeweils nach einem Arbeitsspiel des Verbrennungsmotors, d.h., wenn der Verbrennungsmotor einmal die Zünd-OT sämtlicher Zylinder durchlaufen hat, auf Null gesetzt wird. Das Signal 3.2 stellt ein dazu synchron schwingendes Abgassondensignal dar. Dieser spezielle Verlauf ergibt sich beispielsweise dann, wenn einer der Zylinder mit einer Kraftstoff/Luftgemischzusammensetzung betrieben wird, die von der Kraftstoff/Luftgemischzusammensetzung der anderen Zylinder abweicht. Ist das Gemisch in diesem Zylinder beispielsweise

se fetter als das der anderen Zylinder, so zeigt sich ein Fettimpuls pro Arbeitsspiel im Signal der Abgassonde, wie im Signal 3.2. Das Signal der Abgassonde wird in vorbestimmten Abständen zu den einzelnen Zünd-OT der Zylinder abgetastet, so daß sich pro Arbeitsspiel des Verbrennungsmotors N Abtastwerte ergeben, wobei N die Zahl der Zylinder darstellt. Es hat sich gezeigt, daß eine Verdrehung der Sonde zu Veränderungen des Abgassondensignals führen, beispielsweise zu Phasenverschiebungen. Die Linie 3.3 stellt ein solches phasenverschobenes Abgassondensignal dar. Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß sich die zu einem bestimmten Zeitpunkt abgetasteten Werte der Signale 3.2 und 3.3 stark unterscheiden. Die Unterschiede werden durch die Pfeile d1 bis d4 repräsentiert. Dies verdeutlicht, daß eine Weiterverarbeitung dieser stark unterschiedlichen Abtastwerte ohne weitere Korrektur von dem gleichen Modell zu Schätzwerten für die Lambda-Istwerte der einzelnen Zylinder führt, die in unerwünschter Weise vom Einbauwinkel der Abgassonde abhängig sind. Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm als Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens, das diese Abhängigkeit beseitigt oder zumindest verringert.

[0026] Im Schritt 4.1 werden dazu Differenzen zwischen den Lambda-Istwerten der einzelnen Zylinder erzeugt. Dazu kann beispielsweise im Rahmen eines vorübergehenden Testfunktionsbetriebes ein Zylinder fett und die anderen Zylinder mager betrieben werden. Parallel wird während des Testfunktionsbetriebes das Abgassondensignal in der in Verbindung mit Fig. 3 beschriebenen Weise abgetastet. Diese Erfassung der Abgassondenreaktion wird durch den Schritt 4.2 repräsentiert. Im Schritt 4.3 erfolgt ein Vergleich der erfaßten Sondenreaktion mit verschiedenen abgespeicherten Sondenreaktionen, von denen jede bei einem bekannten Sondereinbauwinkel aufgenommen wurde. Als Vergleichskriterium kann beispielsweise die Summe der Beträge der Abstände zwischen Abtastwerten entsprechend der Summe der Länge der Pfeile d1, d2, d3, d4 in Fig. 3 dienen. Im Schritt 4.4 wird diejenige gespeicherte Sondenreaktion identifiziert, die mit der erfaßten Sondenreaktion die größte Ähnlichkeit aufweist. Dies kann beispielsweise die gespeicherte Sondenreaktion mit dem kleinsten Wert der oben genannten Summe sein. Da diese gespeicherte Sondenreaktion zu einem bestimmten bekannten Sondereinbauwinkel gehört, fließt an diese Stelle des Verfahrens die Information über den Sondereinbauwinkel ein. Die Ähnlichkeit der Abtastwerte wird dahingehend interpretiert, daß der bislang unbekannte Sondereinbauwinkel dem auf die beschriebene Weise identifizierten gespeicherten Sondereinbauwinkel entspricht. In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung sind in dem Steuergerät 8 verschiedene Modelle, beziehungsweise Sätze von Modellparametern (zum Beispiel Matricelemente c_{ij}) gespeichert. Im Schritt 4.5 wird das zu dem identifizierten Sondereinbauwinkel zugehörige Modell ausgewählt. Schritt 4.6 repräsentiert die im weiteren erfolgende Verarbeitung der abgetasteten Sonden-

signalwerte mit dem ausgewählten Modell.

[0027] Alternativ zu der beschriebenen Schrittfolge 4.3 bis 4.6 kann auch ein Vergleich der erfaßten Sondenreaktion mit einer einzigen gespeicherten Sondenreaktion erfolgen. In diesem Fall kann die Weiterverarbeitung des Sondensignals dadurch beeinflusst werden, daß die Phasenverschiebung zwischen der gespeicherten Reaktion und der erfaßten Reaktion gebildet wird, und daß das Eingangssignal des Modells Signal dem phasenverschobenen Signal der Abgassonde entspricht. Das Ausmaß der Phasenverschiebung kann beispielsweise dadurch ermittelt werden, daß eine zunächst willkürlich angenommene Phasenverschiebung des Eingangssignals des Modells solange verändert wird, bis die Reaktion der Abgassonde einer bestimmten gespeicherten Reaktion entspricht.

[0028] Als weitere Alternative kann die Weiterverarbeitung des Sondensignals dadurch beeinflusst werden, daß das Signal der Abgassonde drehzahlsynchron so abgetastet wird, daß für jeden Zünd-OT von jedem Zylinder jeweils ein abgetasteter Wert vorhanden ist und daß die Lage des Abtastzeitpunktes relativ zu den Zünd-OT solange variiert wird, bis die Reaktion der Abgassonde einer bestimmten gespeicherten Reaktion entspricht.

[0029] Diese Alternative kann auch mit dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel kombiniert werden, bei dem verschiedene Sondenreaktionen, die zu verschiedenen Sondereinbauwinkeln gehören, verwendet werden. Aus Gründen des Applikationsaufwandes und des Speicherplatzbedarfs ist die Winkelauflösung dieses Verfahrens beschränkt. Als Beispiel sei angenommen, daß die Modelle für vier verschiedene Sondereinbauwinkel, beispielsweise 90°, 180°, 270° und 360° appliziert wurden. Dann kann in einem ersten Schritt der dem realen Sondereinbauwinkel nächstliegende gespeicherte Winkel zugeordnet werden. Eine Restabweichung kann dann über das Verfahren der Phasenverschiebung oder das Verfahren der Variation der Abtastzeitpunkte kompensiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Kraftstoff/Luftverhältnisse in einzelnen Zylindern (Einzelzylinder-Lambda) eines Verbrennungsmotors mit mehreren Zylindern, deren Abgase sich in einem gemeinsamen Abgasleitungssystem vermischen, aus dem Signal einer Abgassonde, deren Einbauort in dem gemeinsamen Abgasleitungssystem liegt, mit Hilfe eines invertierbaren Modells für die Durchmischung der Abgase an dem Einbauort der Abgassonde, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der Bestimmung der Einzelzylinder-Lambda-Werte aus dem mit Hilfe des invertierten Modells ausgewerteten Signal der einen Abgassonde die Drehwinkelposition der Abgassonde an ihrem Einbauort berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens ein Zylinder des Verbrennungsmotors vorübergehend mit einer Kraftstoff/Luftgemischzusammensetzung betrieben wird, die von der Kraftstoff/Luftgemischzusammensetzung der übrigen Zylinder in vorbestimmter Weise abweicht, daß die Reaktion der Abgassonde auf diese Abweichung ermittelt wird und mit wenigstens einer gespeicherten Reaktion verglichen wird, die bei gleichen Verhältnissen mit einer Abgassonde aufgenommen wurde, deren Drehwinkelposition an ihrem Einbauort bekannt war, und daß das die Weiterverarbeitung des Sondensignals so beeinflußt wird, daß die vorbestimmte Abweichung durch die Schätzwerte, die durch das Modell gebildet werden, widergegeben wird. 5 10
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Reaktion der Abgassonde auf die genannte Abweichung mit mehreren gespeicherten Reaktionen verglichen wird, die mit jeweils anderer, bekannter Drehwinkelposition der Abgassonde bei sonst gleichen Verhältnissen aufgenommen wurden, daß diejenige der gespeicherten Reaktionen ausgewählt wird, die die größte Ähnlichkeit mit dem Signal der Abgassonde aufweist, und daß die Weiterverarbeitung des Sondensignals dadurch beeinflußt wird, daß die Schätzwerte künftig mit einem Modell gebildet werden, das auf die ausgewählte Reaktion abgestimmt wurde. 20 25 30
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das die Weiterverarbeitung des Sondensignals dadurch beeinflußt wird, daß das Eingangssignal des Modells Signal dem phasenverschobenen Signal der Abgassonde entspricht, und daß das Ausmaß der Phasenverschiebung solange verändert wird, bis die Reaktion der Abgassonde einer bestimmten gespeicherten Reaktion entspricht. 35 40
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Weiterverarbeitung des Sondensignals dadurch beeinflußt wird, daß das Signal der Abgassonde drehzahlsynchron so abgetastet wird, daß für jeden Zünd-OT von jedem Zylinder jeweils ein abgetasteter Wert vorhanden ist, und daß die Lage des Abtastzeitpunktes relativ zu den Zünd-OT solange variiert wird, bis die Reaktion der Abgassonde einer bestimmten gespeicherten Reaktion entspricht. 45 50

Claims

1. Method for determining the fuel/air ratio in individual cylinders (individual cylinder lambda value) of an internal combustion engine having a plurality of cylinders whose exhaust gases are mixed in a common 55

exhaust line system, from the signal of an exhaust gas probe which is installed in the common exhaust line system, using an invertible model for mixing the exhaust gases at the installation location of the exhaust gas probe, **characterized in that** the rotational angle position of the exhaust gas probe at its installation location is taken into account in the determination of the individual cylinder lambda values from the signal of the one exhaust gas probe which is evaluated using the inverted model.

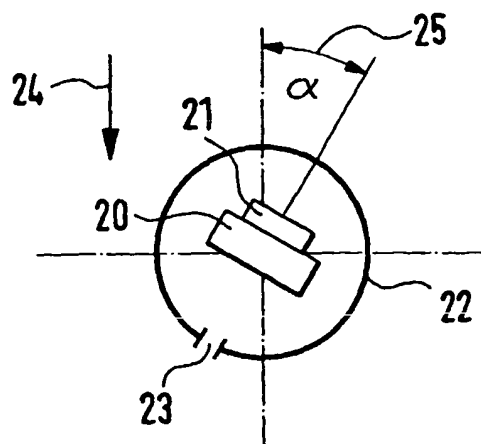
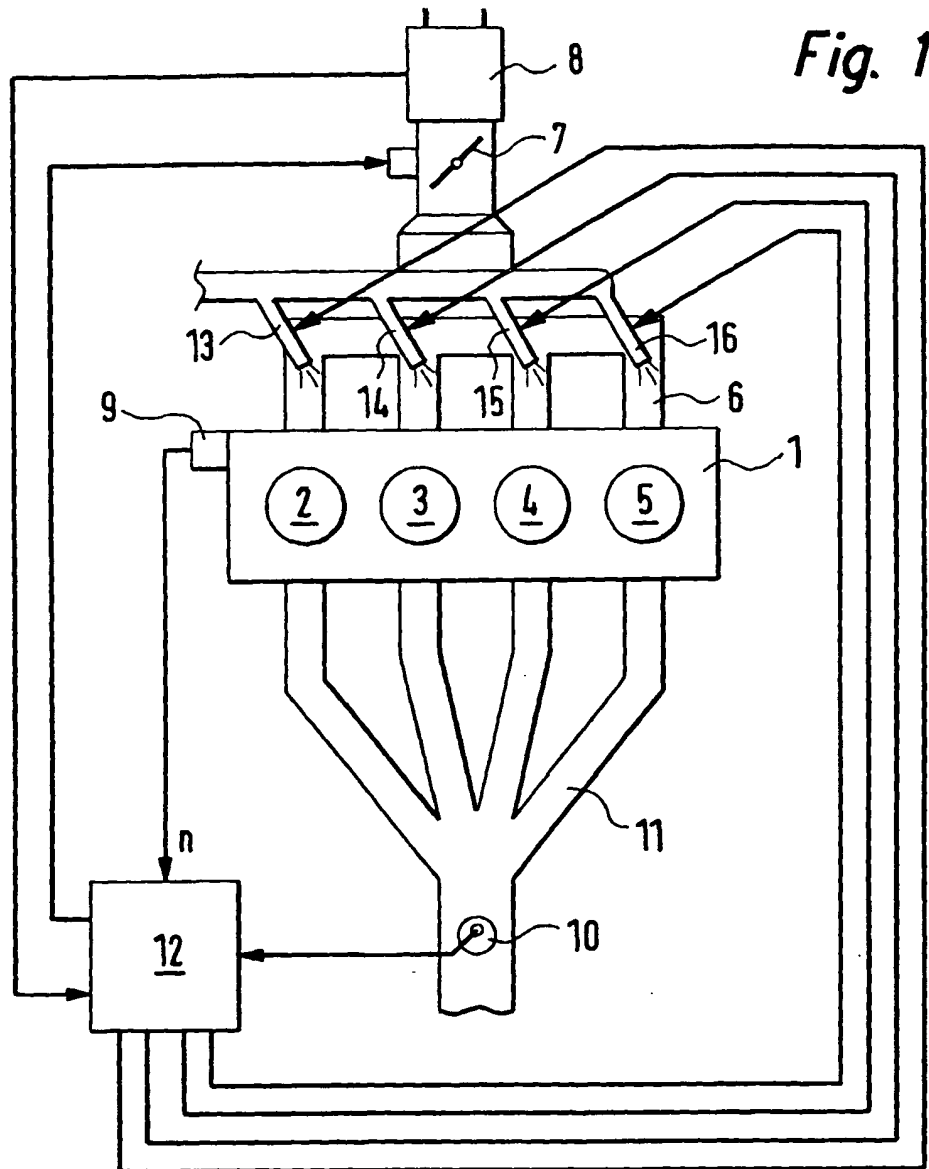
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** at least one cylinder of the internal combustion engine is temporarily operated with a fuel/air mixture composition which differs from the fuel/air mixture composition of the other cylinders in a predetermined way, **in that** the reaction of the exhaust gas probe to this deviation is determined and is compared with at least one stored reaction which has been recorded under identical conditions with an exhaust gas probe whose rotational angle position at its installation location was known, and **in that** the further processing of the probe signal is influenced in such a way that the predetermined deviation is represented by the estimated values which are formed by the model.
3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the reaction of the exhaust gas probe to the aforesaid deviation is compared with a plurality of stored reactions which have been recorded with in each case a different, known rotational angle position of the exhaust gas probe under otherwise identical conditions, **in that** that reaction of the stored reactions which has the greatest similarity to the signal of the exhaust gas probe is selected, and **in that** the further processing of the probe signal is influenced by the fact that the estimated values are formed in future with a model which has been matched to the selected reaction.
4. Method according to Claim 2, **characterized in that** the further processing of the probe signal is influenced by the fact that the input signal of the model corresponds to the phase-shifted signal of the exhaust gas probe, and **in that** the degree of phase shift is changed until the reaction of the exhaust gas probe corresponds to a specific stored reaction.
5. Method according to Claim 2, **characterized in that** the further processing of the probe signal is influenced by the fact that the signal of the exhaust gas probe is sampled in synchronism with the rotational speed in such a way that in each case a sampled value is present for each ignition top dead centre of each cylinder, and **in that** the position of the sampling time relative to the ignition top dead centre is varied until the reaction of the exhaust gas probe corresponds to a specific stored reaction.

Revendications

1. Procédé pour déterminer le rapport carburant/air dans les différents cylindres (lambda des différents cylindres) d'un moteur à combustion interne à cylindres multiples, dont les gaz d'échappement se mélangent dans un système commun de conduite à échappement, à partir du signal d'une sonde à gaz d'échappement dont l'emplacement de montage se situe dans le système commun de conduite à échappement, à l'aide d'un modèle inversable pour le mélange des gaz d'échappement à l'emplacement de montage de la sonde à gaz d'échappement, **caractérisé en ce que** pour déterminer les valeurs lambda des différents cylindres à partir du signal de la sonde à gaz d'échappement exploité à l'aide du modèle inversé, on tient compte de la position angulaire de rotation de cette sonde au niveau de son emplacement de montage. 5 10 15 20
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** au moins un cylindre du moteur à combustion interne fonctionne temporairement avec une composition de mélange carburant/air qui diffère de façon prédéterminée de la composition de mélange carburant/air des autres cylindres, on détermine la réaction de la sonde à gaz d'échappement à cet écart et on la compare à au moins une réaction mémorisée, que l'on avait enregistrée avec les mêmes rapports avec une sonde à gaz d'échappement dont la position angulaire de rotation au niveau de son emplacement de montage était connue, et le traitement du signal de la sonde est influencé de telle façon que l'écart prédéterminé est reproduit par les valeurs estimées obtenues par le modèle. 25 30 35
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'** on compare la réaction de la sonde à gaz d'échappement à l'écart indiqué à plusieurs réactions mémorisées qui ont été enregistrées respectivement avec une autre position angulaire de rotation de cette sonde avec des rapports par ailleurs identiques, on choisit celle des réactions mémorisées qui présente la plus grande similitude avec le signal de la sonde à gaz d'échappement et on influence le traitement du signal de la sonde par le fait que les valeurs estimées seront désormais formées avec un modèle qui a été adapté à la réaction choisie. 40 45 50
4. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'** on influence le traitement du signal de la sonde en faisant correspondre le signal d'entrée du modèle au signal à décalage de phase de la sonde à gaz d'échappement et en faisant varier l'importance du décalage de phase jusqu'à ce que la réaction de la 55

sonde corresponde à une réaction déterminée mémorisée.

5. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'** on influence le traitement du signal de la sonde en détectant ce signal de la sonde de façon synchronisée avec le nombre de tours, de telle sorte qu'il existe, pour chaque point mort supérieur d'allumage de chaque cylindre, respectivement une valeur détectée et on modifie la position du moment de détection par rapport au point mort haut d'allumage jusqu'à ce que la réaction de la sonde corresponde à une réaction déterminée mémorisée.



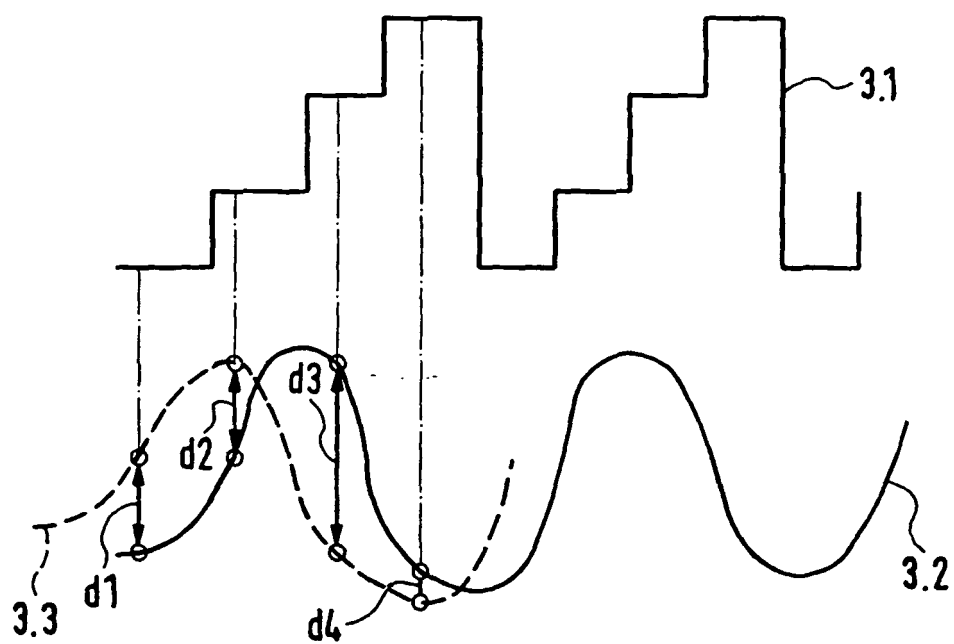


Fig. 3

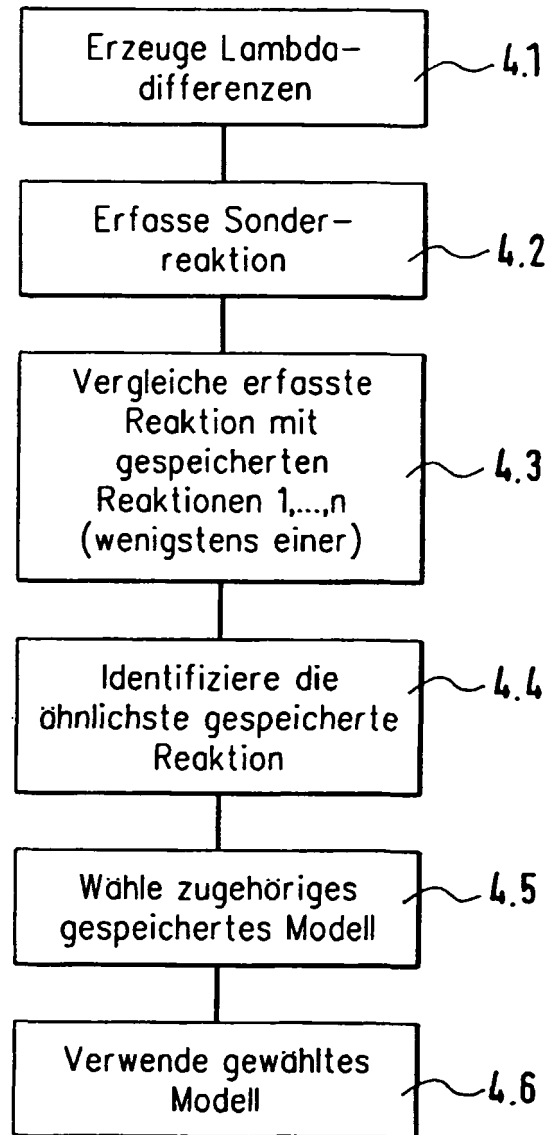


Fig. 4