

(19)



(11)

EP 2 461 009 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.06.2012 Patentblatt 2012/23

(51) Int Cl.:
F02D 41/14 ^(2006.01) **F23N 5/08** ^(2006.01)
G01M 15/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11190944.6**

(22) Anmeldetag: **28.11.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Fuchs, Heribert**
8046 Stattegg (AT)
- **Hirsch, Alois**
8010 Graz (AT)
- **Philipp, Harald**
8071 Hausmannstätten (AT)

(30) Priorität: **01.12.2010 AT 19992010**

(71) Anmelder: **AVL List GmbH**
8020 Graz (AT)

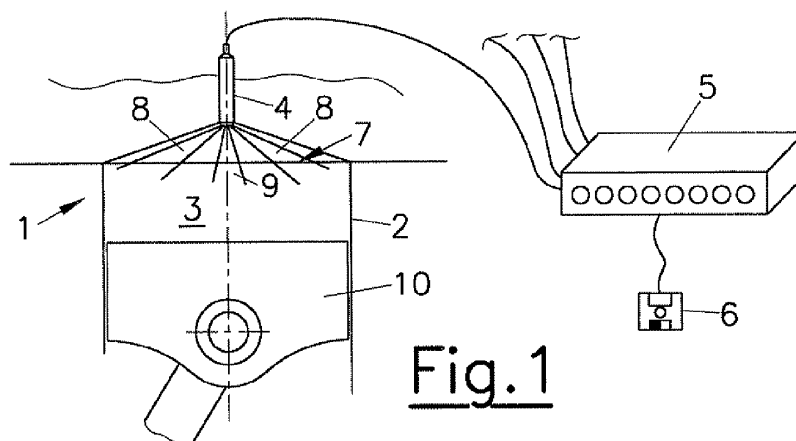
(74) Vertreter: **Babeluk, Michael**
Patentanwalt
Mariahilfer Gürtel 39/17
1150 Wien (AT)

(72) Erfinder:
• **Winklhofer, Ernst**
8565 St. Johann (AT)

(54) Verfahren zur Bewertung des Zustandes eines Kraftstoff-Luftgemisches

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bewertung des Zustandes eines Kraftstoff-Luftgemisches und/oder der Verbrennung in zumindest einem Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine, wobei in einer Datenbank (6) Mustersignale von Flammlichtsignalen abgelegt werden, und wobei Flammlichtsignale der Verbrennung im Brennraum (3) erfasst und mit den abgelegten Mustersignalen verglichen werden, und wobei bei Übereinstimmung zwischen gemessenen und abgelegten Signalmustern eine Bewertung des Zustandes abgegeben wird. Um auf möglichst einfache Weise eine Überwachung der Verbrennung zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass im Brennraum (3) zumindest zwei Bereiche (8, 9) über ver-

schiedene Kanäle eines optischen Mehrkanalsensors (4) erfasst werden, dass die Mustersignale in der Datenbank (6) mit zugeordneten Emissionswerten, den Partikelemissionen, abgelegt werden und bei Übereinstimmung zwischen gemessenen und abgelegten Signalmustern für den Brennraum des jeweiligen Zylinders (2) eine Bewertung des Zustandes der Verbrennung im Hinblick auf die entstehenden Partikelemissionen, durchgeführt wird, wobei ein Grenzwert für die Flammlichtintensität (I) definiert wird, und dass bei Überschreiten des Grenzwertes in zumindest einem Zylinder (2) eine Maßnahme zur Verringerung der Partikelemissionen in dem betreffenden Zylinder durchgeführt wird.

**Fig. 1****EP 2 461 009 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bewertung des Zustandes eines Kraftstoff-Luftgemisches und/oder der Verbrennung in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine, wobei in einer Datenbank Mustersignale von Flammlichtsignalen, insbesondere der Flammenintensität abgelegt werden, und wobei Flammlichtsignale, insbesondere die Flammenintensität, der Verbrennung im Brennraum erfasst und mit den abgelegten Mustersignalen verglichen werden, und wobei bei Übereinstimmung zwischen gemessenen und abgelegten Signalmustern eine Bewertung des Zustandes abgegeben wird.

[0002] Immer strengere Grenzwerte für Partikelemissionen erfordern Maßnahmen für die Bereitstellung höchstmöglicher Gemischqualität, insbesondere in Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung.

[0003] Die Partikelbildung bei der Verbrennung von CH-Kraftstoffen erfolgt durch Russbildung.

[0004] Die Reduzierung der Partikelbildung gelingt durch präzise Kraftstoffzumessung, vollständige Kraftstoffverdampfung und durch Mischung mit der Verbrennungsluft, so dass letztlich ein homogenes, stöchiometrisches Gemisch verbrannt wird. Diese Aufgaben stellen hohe Forderungen an das Einspritzsystem und die Luftmassenregelung, an Vorgänge, die auf die Gemischbildung Einfluss nehmen, so wie an die Ladungsturbulenz.

[0005] Im NEDC (New European Driving Cycle) - Test werden die Partikelemissionen durch die gemessene Partikelmasse und die Partikelanzahl bewertet. Der überwiegende Emissionsbeitrag stammt dabei aus dem Motorstart, den ersten Belastungsspitzen des noch betriebskalten Motors und dem Hochlastbetrieb in der Schlussphase des Testablaufs. Strenge Grenzwerte beim NEDC-Test können von Brennkraftmaschinen insbesondere nur dann erfüllt werden, wenn die Emissionsbeiträge bei Start- und Warmlauf einer genauen Kontrolle durch Einspritzung und Ladungsbewegung unterliegen. In gleicher Weise erfordern die Beiträge im Hochlastbetrieb eine genaue Transientabstimmung und Zylindergleichstellung.

[0006] Entwicklungsmaßnahmen, die auf die Gemischbildung Einfluss nehmen, zielen darauf ab, feinerstäubte Kraftstoffsprays zu erzeugen, die sich im Brennraum verteilen und durch die Kompressionswärme verdampfen. Kontakt mit kalten Brennraumwänden soll dabei vermieden werden, da ein einmal gebildeter Wandfilm, vor allem im kalten Motor, nicht ausreichend verdampfen kann.

[0007] Untersuchungen haben ergeben, dass insbesondere im kalten Betriebszustand bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine die einzelnen Zylinder unterschiedlich an den Partikelemissionen beteiligt sind, wodurch zylinderselektive Maßnahmen ergriffen werden müssen. Beim Motorentwicklungsablauf kommt somit der Analyse der Ursachen der Partikelentstehung immer höhere Bedeutung zu.

[0008] Aus der AT 503 276 A2 ist ein Verfahren zur

Bewertung des Zustandes eines Kraftstoff/Luftgemisches und/oder der Verbrennung in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine bekannt. Dabei werden in einer Datenbank abgelegte Mustersignale von Flammlichtsignalen, denen definierte Gemischzustände zugeordnet sind, mit den Mustern von gemessenen Flammlichtsignalen verglichen. Bei Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den abgelegten Signalmustern wird auf den Zustand des Gemisches im Brennraum geschlossen. Dadurch kann eine genaue und einfache Überwachung des Gemischzustandes und der Verbrennung ermöglicht werden.

[0009] Weiters ist aus der FR 2 816 056 A1 eine Messeinrichtung zur Bewertung des Zustandes eines brennbaren Gemisches bekannt, wobei die Messeinrichtung einen Spektrometer, eine Faseroptik und eine Auswerteinrichtung aufweist, welche die ermittelten Messresultate des erfassten Spektrums mit in einer Datenbank abgelegten Daten vergleicht. Die an den Spektrometer angeschlossene Faseroptik steht dabei mit einer Verbrennungskammer in optischer Verbindung. Durch Vergleichen der gemessenen Daten mit den in der Datenbank abgelegten Signalen kann der Zustand des brennbaren Gemisches ermittelt werden.

[0010] Die JP 2005-226 893 A zeigt ein ähnliches Verfahren zur Verbrennungsdiagnostik, wobei die Lichtemissionsintensität einer Verbrennung erfasst und mit in einer Datenbank abgelegten Signalen verglichen wird. Aufgrund des Vergleiches kann eine Aussage über den Zustand des Luft/Kraftstoffgemisches getätigt werden.

[0011] Es ist die Aufgabe der Erfindung, mit möglichst geringem Aufwand eine Überwachung der Partikelemissionen zu ermöglichen.

[0012] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass im Brennraum zumindest zwei Bereiche über verschiedene Kanäle eines optischen Mehrkanalsensors erfasst werden, wobei die Verbrennung vorzugsweise über sechs bis zwölf, besonders vorzugsweise acht oder neun optische Kanäle des Mehrkanalsensors erfasst wird, dass die Mustersignale in der Datenbank mit zugeordneten Emissionswerten, den Partikelemissionen, abgelegt werden und bei Übereinstimmung zwischen gemessenen und abgelegten Signalmustern für den Brennraum des jeweiligen Zylinders eine Bewertung des Zustandes der Verbrennung im Hinblick auf die entstehenden Partikelemissionen, durchgeführt wird, wobei ein Grenzwert für die Flammlichtintensität definiert wird, und dass bei Überschreiten des Grenzwertes in zumindest einem Zylinder eine Maßnahme zur Verringerung der Partikelemissionen in dem betreffenden Zylinder durchgeführt wird.

[0013] Um mit möglichst geringem Aufwand hinreichend genau Aussagen über die Partikelentstehung machen zu können, ist es besonders vorteilhaft, wenn jeder Kanal des Mehrkanalsensors zumindest einem, vorzugsweise genau einem Bereich des Brennraumes zugeordnet ist, wobei vorzugsweise zumindest zwei Bereiche durch kegelige oder zylindrische Winkelsegmentberei-

che gebildet werden.

[0014] Eine besonders gute optische Überwachung der Verbrennung lässt sich durch einen zentral im Brennraum angeordneten Mehrkanalsensor erzielen, wobei es besonders günstig ist, wenn der Mehrkanalsensor in eine vorzugsweise auch druckmessende Zündkerze integriert ist.

[0015] Im Rahmen der Erfindung kann weiters vorgesehen sein, dass ein Grenzwert für die Flammlichtintensität definiert wird, und dass bei Überschreiten des Grenzwertes in zumindest einem Zylinder eine Maßnahme zur Verringerung der Partikelemissionen in dem betreffenden Zylinder durchgeführt wird, wobei vorzugsweise die Flammlichtsignale über eine Vielzahl von hintereinander folgenden Verbrennungszyklen erfasst werden.

[0016] Eine einfache und rasche Bewertung der Verbrennung lässt sich erzielen, wenn die erfassten Flammlichtsignale mittels zumindest eines mathematischen Algorithmus über die gesamte betrachtete Messdauer numerisch bewertet werden. Dabei kann zwischen den in der Datenbank abgelegten und den gemessenen Mustersignalen eine Korrelationsanalyse durchgeführt werden.

[0017] Um sogenannte "Ausreißer" in den Messergebnissen auffinden und deren Bedeutung für die Partikelemissionen feststellen zu können, kann weiters vorgesehen sein, dass für zumindest einen Stationärpunkt des Betriebsbereiches der Brennkraftmaschine eine Stabilitätsuntersuchung durchgeführt wird, indem einzelne isoliert auftretende Flammlichtsignale nach definierten Kriterien bewertet werden.

[0018] Die Mustersignale können aus Messungen unter bekannten Betriebs- und Emissionsbedingungen aufgezeichnet oder aus theoretischen Überlegungen zur Gemischbildung und zur Verbrennung hergeleitet werden. Es ist aber möglich, dass Mustersignale aus einer rechnerischen Verknüpfung von Flammlichtsignalen und Zylinderdrucksignalen oder daraus abgeleiteten Signalen, wie zum Beispiel dem Verlauf der Wärmefreisetzung, erzeugt werden.

[0019] Wenn ein Zeitsignal, beispielsweise ein Kurbelwinkelsignal, erfasst wird und die Flammlichtsignale dem Zeitsignal zugeordnet werden, kann aus der Lage und dem Verlauf des Flammlichtsignals auf die Ursache der erhöhten Partikelemissionen geschlossen werden. Durch Vergleichen der erfassten Flammlichtsignale mit den in einer Datenbank abgespeicherten Mustersignalen kann unmittelbar eine Aussage über die Qualität und Quantität der Partikelemissionen getroffen werden. Dabei kann weiters vorgesehen sein, dass zumindest zeitweise gleichzeitig mit der Erfassung der Flammlichtsignale auch eine Druckmessung im Zylinder und/oder eine Partikelmessung am Ende des Abgasstranges durchgeführt wird. Die gleichzeitige und zyklustreue Druckmessung und/oder Partikelmessung erhöht die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Aussagequalität und somit eine Verfeinerung des Messverfahrens. Durch die kom-

binerte Auswertung des Zylinderdrucks und/oder der Partikelmessung und des Flammlichts ist eine höhere Genauigkeit und Treffersicherheit bei Aussagen über die Partikelemissionen möglich.

[0020] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass die Informationen für jeden Zylinder zyklustreu vorliegen. Dies gestattet eine besonders genau Regelung der Verbrennung in Echtzeit, wodurch die Partikelemissionen wesentlich verbessert werden können.

[0021] Um motorenübergreifende Aussagen treffen zu können, ist es weiters vorteilhaft, wenn auf Basis der Flammlichtsignale, der Partikelmessungen und/oder der Druckmesssignale dimensionslose Kennwerte gebildet werden und die Kennwerte der Bewertung der Partikelemissionen und/oder des Gemischzustandes und/oder der Verbrennung zu Grunde gelegt werden.

[0022] Zur Durchführung des Verfahrens ist vorgesehen, dass in jeden Zylinder zumindest ein optischer Mehrkanalsensor einmündet, wobei der optische Mehrkanalsensor mit zumindest einer Mehrkanal-Signalauswerteeinrichtung verbunden ist, wobei vorzugsweise die Signalauswerteeinrichtung mit einer Datenbank verbunden ist, in welcher Mustersignale von Flammlichtsignalen mit zugeordneten Partikelemissionen abgelegt sind. Dabei kann zumindest ein optischer Mehrkanalsensor in einen in den Brennraum zumindest eines Zylinders mündenden Bauteil, vorzugsweise in eine Zündkerze, integriert sein.

[0023] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 2a bis Fig. 2d verschiedene Flammlichtmuster;
- Fig. 3a bis Fig. 3c einen optischen Mehrkanalsensor in verschiedenen Schrägansichten;
- Fig. 4a die Fahrgeschwindigkeit über der Zeit für einen Fahrzyklus;
- Fig. 4b und Fig. 4c ein Diffusionslichtsignaldiagramm für diesen Fahrzyklus;
- Fig. 5 eine Gegenüberstellung zwischen Partikelmessung und Flammlichtmessung;
- Fig. 6 ein Diffusionslichtsignaldiagramm mit typischen Messausreißern; und
- Fig. 7 eine Flammlichtmessung bei einer Brennkraftmaschine mit und ohne partikelvermeidende Maßnahmen.

[0024] Fig. 1 zeigt schematisch eine Brennkraftmaschine 1 mit mehreren Zylindern 2, wobei in jedem Zy-

linder 2 eine Flammlichtmessung durchgeführt wird. Zu diesem Zwecke mündet in den Brennraum 3 jedes Zylinders 2 ein optischer Mehrkanalsensor 4 ein, welcher beispielsweise in eine Zündkerze integriert sein kann. Jeder Sensor 4 steht mit einer Mehrkanal-Signalauswerteeinrichtung 5 in Verbindung, welche Zugriff auf eine Datenbank 6 hat, in welcher Mustersignale von Flammlichtsignalen mit zugeordneten Partikelemissionen abgelegt sind. Der Mehrkanalsensor 4 weist einen im Wesentlichen fächerartigen Erfassungsbereich mit zylindersegment- oder kegelsegmentförmigen Messsegmenten 8, 9 auf, wobei vorzugsweise acht Messsegmente 8 fächerartig in Umfangsrichtung um den Sensor 4 und ein Messsegment 9 in axialer Richtung, also in Richtung des Kolbens 10, angeordnet sind. Jedes Messsegment 8, 9 ist dabei einem Messkanal zugeordnet. Dadurch ist es möglich, Informationen über die Lichtintensität aus unterschiedlichen Bereichen des Brennraumes 3 zu gewinnen und auszuwerten.

[0025] Die Partikelbildung bei der Verbrennung von CH-Kraftstoffen erfolgt durch Russbildung, insbesondere durch Verbrennung als Wandfilm oder als in freischwebenden Tropfen vorliegenden Kraftstoff. Wenn flüssiger Kraftstoff als Wandfilm oder in freischwebenden Tropfen vorliegt, wird dieser von einer Vormischflamme entzündet und verbrennt in einer rußenden Diffusionsflamme. Quantität und Qualität der Partikelemissionen korreliert somit mit der im Brennraum beobachteten Flammenintensität bzw. dem Flammenmustersignal.

[0026] Fig. 2 zeigt eine Teilschichtung des Kraftstoffes im Brennraum 3 unter verschiedenen Betriebsbedingungen des Injektors. Fig. 2a zeigt dabei die Flammenverteilung bei idealer Gemischbildung und nachfolgender Vormischverbrennung. In Fig. 2b erfolgt eine Wandbenetzung mit Diffusionsverbrennung, die aus den lokal intensiveren Flammensignalen erkennbar ist, in Fig. 2c und Fig. 2d sind Diffusionsflammen als Ergebnis mangelnder Injektordichtheit zu erkennen.

[0027] Rußende Diffusionsflammen treten in den Lichtsignalen sehr einfach durch hohe Intensitätsspitzen hervor. Das Flammenmustersignal einer rußfreien Vormischflamme zeichnet sich durch einen typischen isotropen Signalring aus (Fig. 2a).

[0028] In Fig. 4a ist die Geschwindigkeit v , in Fig. 4b die Lichtintensität I für den auf den Kolben 10 gerichteten Messbereich S1, und in Fig. 4c die aufintegrierte Lichtintensität I_s für die auf den Kolben 10, Einlass- oder Auslassventile gerichtete Messbereiche S2, S3 über der Testzyklusdauer t aufgetragen. Die verschiedenen Linien für die Lichtintensitäten I_s zeigen verschiedene Bereiche S1, S2, S3 im Brennraum an, wobei jeder Bereich einem Kanal des Mehrkanalsensors 4 zugeordnet ist. Dadurch können beispielsweise die Abschnitte 11 und 12 der Intensitäten I_s dem Kolben 10 bzw. einem rechten Einlassventil zugeordnet werden.

[0029] Die Bewertung der Verbrennung der Lichtintensitätsmessung im Brennraum 3 mit Messzündkerzen erlaubt eine zylinder- und zyklusgenaue Bewertung, sowie

eine zielgenaue Bewertung und Optimierung von Einzelbeiträgen, insbesondere in maßgebenden Lastwechselintervallen. Weiters ist es möglich, mittels dem Verfahren zur Beurteilung der Verbrennung auf Grund der Lichtintensitätsmessungen Kalibrieraufgaben zu übernehmen. Zur Signalerfassung können dabei Zündkerzen mit Druck- und Flammlichtsensoren verwendet werden, oder davon abgeleitete Indizersensoren. Als Informationen stehen Signale zur Verfügung, aus denen eine einfache Bewertung von Vormisch- und Diffusionsanteilen in einem Verbrennungszyklus erfolgt. Für eine Zyklusübersicht wird neben der Druckauswertung ein Flammlichtintegral verwendet. Fig. 5 zeigt solche Flammlichtintegrale I_s aus der Anfangsphase eines NEDC-Tests in der Zyklusabfolge für einen ausgewählten Zylinder. In der kumulierten Signaldarstellung entspricht diese Flammlichtmessung den Messschrieben der Abgasmessung, zeigt aber mit zyklusgenauer Zuordnung den Beitrag eines einzelnen Zylinders. Mit P1, P2, P3, sind charakteristische Punkte im Lichtintensitätsverlauf bezeichnet. Die kumulative Lichtintensität I_s korrespondiert mit der am Ende des Abgasstranges gemessenen Partikelanzahl PN.

[0030] Für eine systematische Motoranalyse wird eine Vielzahl von Zyklen benötigt. Die Signalauswertung erfolgt dazu mit Algorithmen, die gesamte Zyklussequenzen numerisch bewerten und in Ergebnisstatistiken darstellen. Das Auffinden von Anomalien wird durch Korrelationsanalysen unterstützt. Als auffällig identifizierte Zyklen könne visuell bewertet werden. Fig. 6 zeigt dazu das Beispiel einer Stabilitätsuntersuchung in einem Stationärpunkt, wobei Lichtintensitätsspitzen I über der Anzahl der Zyklen C_n aufgetragen sind. Unterhalb der Linie 23 findet die Mischverbrennung und oberhalb der Linie 11 Diffusionsverbrennung statt. Außergewöhnlich hohe Intensitätsspitzen in Einzelzyklen weisen auf unzureichende Injektorstabilität hin. Das Auffinden dieser "Ausreißer" kann automatisiert erfolgen.

[0031] Die Möglichkeit, Einzelzylinder in ihrem Beitrag zum Gesamtergebnis des Abgastests zu bewerten, wird in Fig. 7 dargestellten Variantentest dazu genutzt, einzelne Injektoren im Fahrttest zur vergleichen. Die Signalverläufe in Bild Fig. 7A zeigen eine unerwartet hohe Diskrepanz der einzelnen Zylinderbeiträge der Zylinder Z1, Z2, Z3 und Z4. Nach einem wechselweisen Austausch der Injektoren tritt in Zylinder Z1 beispielsweise eine deutliche Verbesserung auf, Zylinder Z2 bleibt unverändert, in den beiden Zylinder Z3 und Z4 steigen die Diffusionsanteile im Flammlichtsignal I_s . Die Verwendung dieser zylinderselektiven Flammenmesstechnik schafft damit eine Möglichkeit, Variantentests zur Partikelemission innerhalb eines normalen Fahrzyklus in ihrer spezifischen Auswirkungen auf den Abgastest zu bewerten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bewertung des Zustandes eines Kraft-

- stoff-Luftgemisches und/oder der Verbrennung in zumindest einem Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine, wobei in einer Datenbank (6) Mustersignale von Flammlichtsignalen, insbesondere der Flammenintensität abgelegt werden, und wobei Flammlichtsignale, insbesondere die Flammenintensität, der Verbrennung im Brennraum (3) erfasst und mit den abgelegten Mustersignalen verglichen werden, und wobei bei Übereinstimmung zwischen gemessenen und abgelegten Signalmustern eine Bewertung des Zustandes abgegeben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Brennraum (3) zumindest zwei Bereiche (8, 9) über verschiedene Kanäle eines optischen Mehrkanalsensors (4) erfasst werden, wobei die Verbrennung vorzugsweise über sechs bis zwölf, besonders vorzugsweise acht oder neun optische Kanäle des Mehrkanalsensors (4) erfasst wird, dass die Mustersignale in der Datenbank (6) mit zugeordneten Emissionswerten, den Partikelemissionen, abgelegt werden und bei Übereinstimmung zwischen gemessenen und abgelegten Signalmustern für den Brennraum des jeweiligen Zylinders (2) eine Bewertung des Zustandes der Verbrennung im Hinblick auf die entstehenden Partikelemissionen, durchgeführt wird, wobei ein Grenzwert für die Flammelichtintensität (I) definiert wird, und dass bei Überschreiten des Grenzwertes in zumindest einem Zylinder (2) eine Maßnahme zur Verringerung der Partikelemissionen in dem betreffenden Zylinder durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jeden einzelnen Zylinder die Bewertung des Zustandes der Verbrennung durchgeführt wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kanal des Mehrkanalsensors (4) zumindest einem, vorzugsweise genau einem Bereich des Brennraumes (3) zugeordnet ist, wobei vorzugsweise zumindest zwei Bereiche durch kegelige oder zylindrische Messsegmentbereiche (8, 9) gebildet werden.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennung im Brennraum (3) durch zumindest einen zentral in der Brennraummitte angeordneten optischen Mehrkanalsensor (4) erfasst wird, wobei vorzugsweise der optische Mehrkanalsensor (4) in einen in den Brennraum (3) mündenden Bauteil, besonders vorzugsweise eine Zündkerze, integriert ist.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flammlichtsignale (I) über mehrere hintereinander folgende Verbrennungszyklen erfasst werden.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erfassten Flammlichtsignale (I) mittels zumindest eines mathematischen Algorithmus über die gesamte betrachtete Messdauer numerisch bewertet werden.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den erfassten Flammlichtsignalen (I) und den abgelegten Mustersignalen Korrelationsanalysen durchgeführt werden.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für zumindest einen Stationärpunkt des Betriebsbereiches der Brennkraftmaschine eine Stabilitätsuntersuchung durchgeführt wird, indem einzelne isoliert auftretende Flammlichtsignale (I) nach definierten Kriterien bewertet werden.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mustersignale aus Messungen unter bekannten Betriebs- und Emissionsbedingungen aufgezeichnet werden.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mustersignale aus theoretischen Überlegungen zu Gemischbildung und Verbrennung hergeleitet werden.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mustersignale aus einer rechnerischen Verknüpfung von Flammlichtsignalen (I) und Zylinderdrucksignalen und/oder Emissionsmessungen oder daraus abgeleiteten Signalen, vorzugsweise dem Verlauf der Wärmefreisetzung, erzeugt werden.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Zeitsignal, vorzugsweise ein Kurbelwinkelsignal, erfasst wird und die Flammlichtsignale (I) dem Zeitsignal zugeordnet werden.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Lage und dem Verlauf des Flammlichtsignals (I) auf die Emissionen, vorzugsweise auf Partikelemissionen geschlossen wird.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** gleichzeitig mit der Messung der Flammlichtsignale (I) auch eine Druckmessung im jeweiligen Zylinder (2) durchgeführt wird, wobei vorzugsweise die Zylinderdruckspitzen mit den Flammlichtsignalspitzen (I) innerhalb zumindest eines Zyklus verglichen werden und wobei aus zumindest einer Abweichung zwischen den Zylinder-

derdruckspitzen und den Lichtsignalspitzen auf eine irreguläre Verbrennung, insbesondere bei transientem Motorbetrieb geschlossen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit des Gemischzustandes und/oder der Abweichung zwischen den Zylinderdruckspitzen von den Lichtsignalspitzen eine Optimierungsprozedur für die Parametrierung der Einspritzung und/oder der Luftdrosselung durchgeführt wird. 5
10

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** gleichzeitig mit der Erfassung der Flammlichtsignale (I) eine Messung der Emissionen, vorzugsweise der Partikelemissionen durchgeführt wird, wobei die vorzugsweise kumulativ erfassten Emissionen mit zylinderselektiv erfassten Flammlichtsignalspitzen (I) verglichen und dem jeweiligen Zylinder zugeordnet werden. 15
20

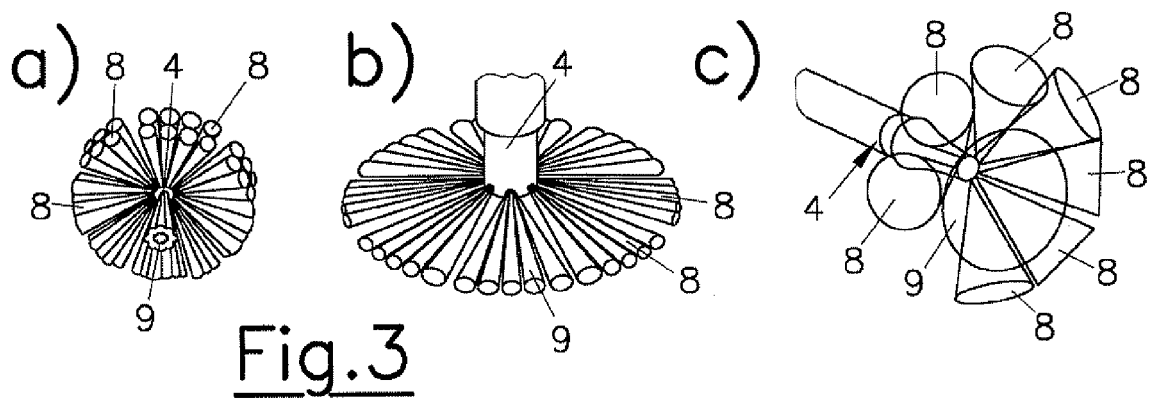
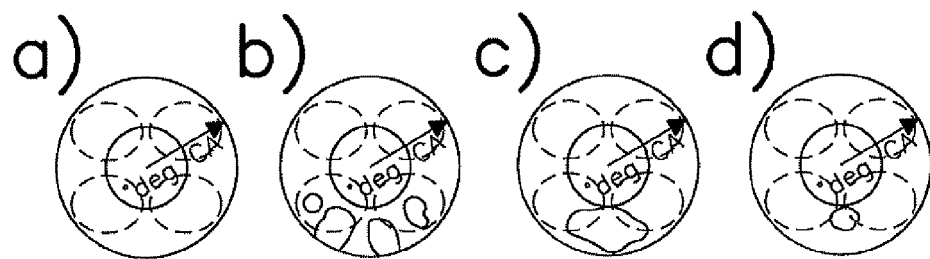
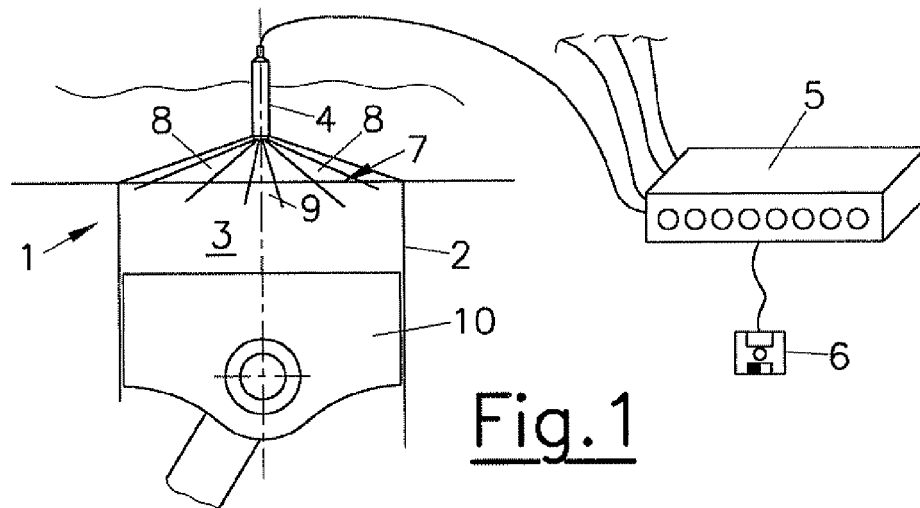
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Basis der Flammlichtsignale (I) und/oder der Druckmesssignale und/oder der Emissionsmesssignale dimensionslose Kennwerte gebildet und die Kennwerte der Bewertung des Gemischzustandes und/oder der Verbrennung zu Grunde gelegt werden. 25

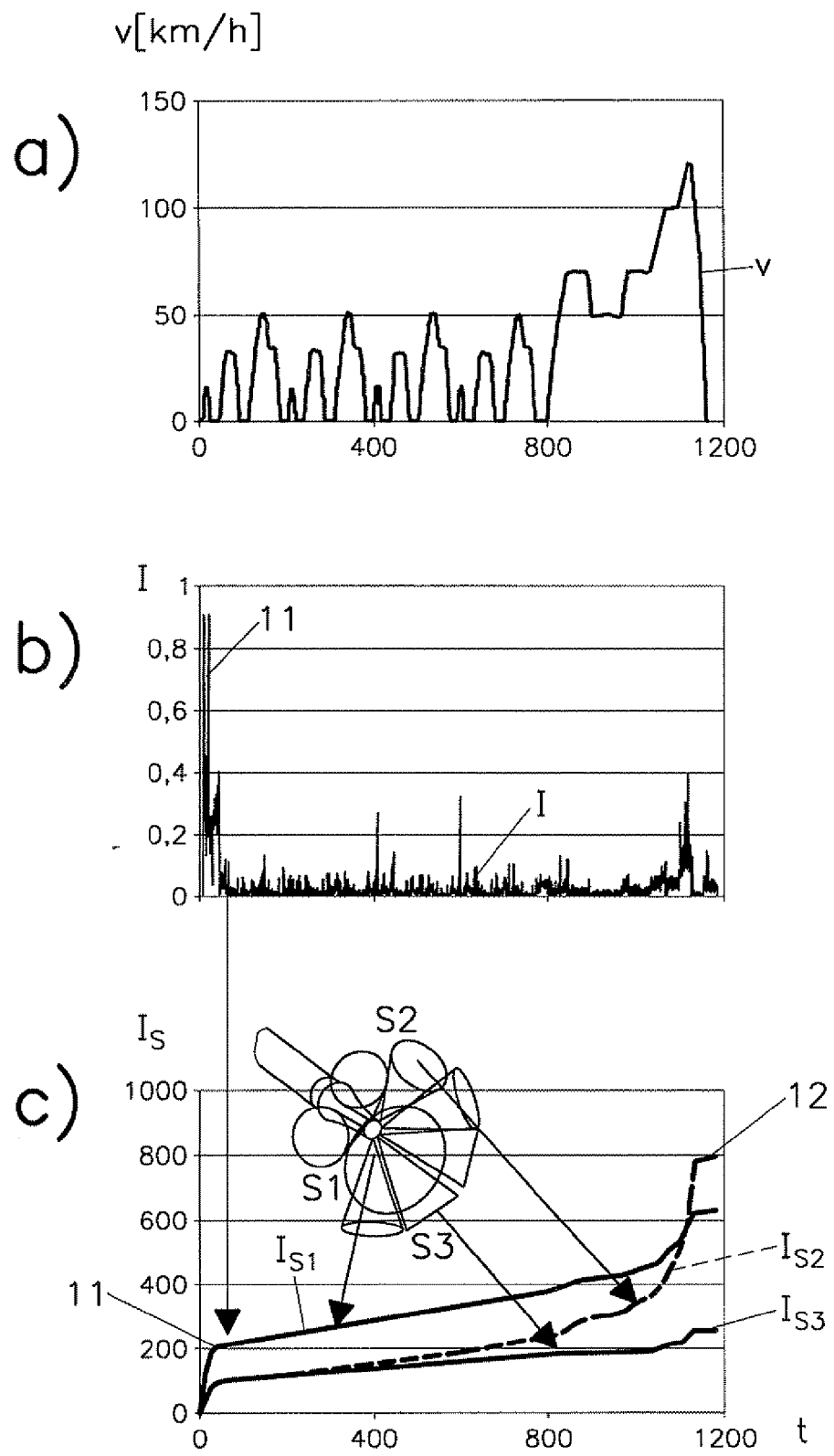
18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Bewertung des Zustandes eines Kraftstoff-Luft-Gemisches und/oder der Verbrennung in zumindest einem Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jeden Zylinder (2) zumindest ein optischer Mehrkanalsensor (4) einmündet, wobei der optische Mehrkanalsensor (4) mit zumindest einer Mehrkanal-Signalauswerteeinrichtung (5) verbunden ist, und wobei vorzugsweise die Mehrkanal-Signalauswerteeinrichtung (5) mit einer Datenbank (6) verbunden ist, in welcher Mustersignale von Flammlichtsignalen (I) mit zugeordneten Partikelemissionen abgelegt sind. 30
35
40

45

50

55



Fig.4

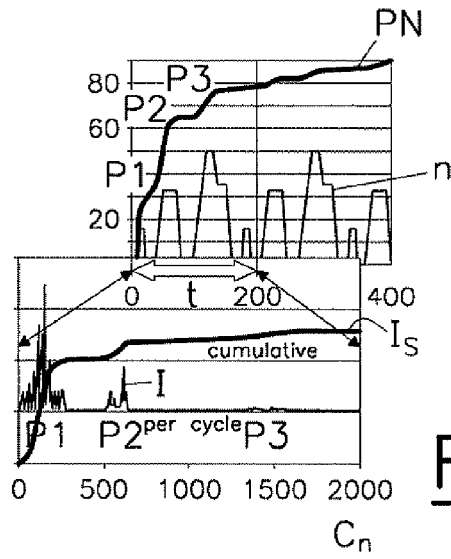


Fig.5

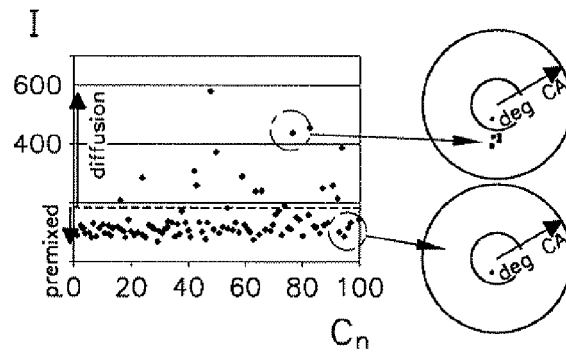


Fig.6

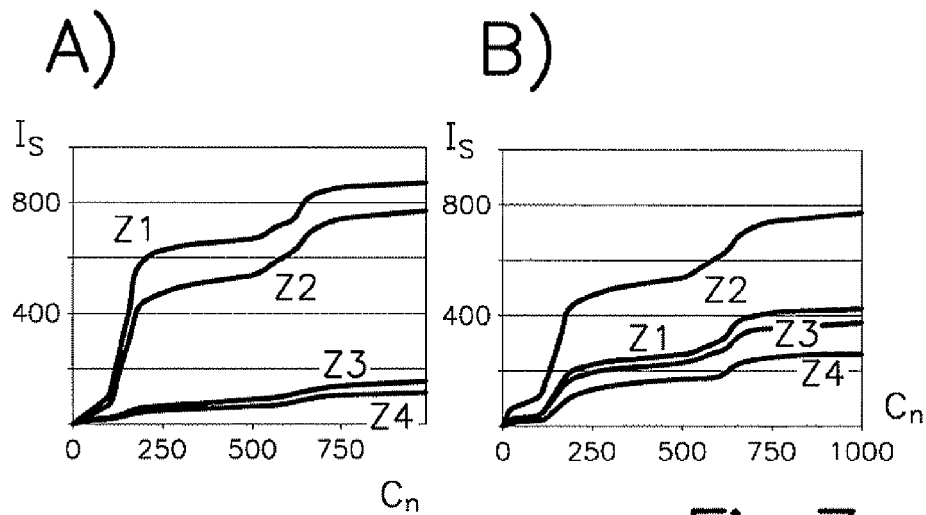


Fig.7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 19 0944

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 1 998 032 A2 (AVL LIST GMBH [AT]) 3. Dezember 2008 (2008-12-03) * Absätze [0003], [0015] - [0019], [0024] - [0025] * -----	1-3,5, 7-18	INV. F02D41/14 F23N5/08 G01M15/10
Y	DE 199 55 619 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 31. Mai 2001 (2001-05-31) * Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 38 * * Spalte 2, Zeile 57 - Zeile 66 * -----	1-3,5, 7-18	
A	DE 100 41 666 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 23. Mai 2001 (2001-05-23) * Spalte 2, Zeile 2 - Zeile 32 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02D F23N G01M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Februar 2012	Prüfer Pileri, Pierluigi
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 19 0944

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-02-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1998032	A2	03-12-2008	AT 491086 T 15-12-2010
		AT 503276 A2	15-09-2007
		EP 1998032 A2	03-12-2008
		JP 2008298782 A	11-12-2008
		US 2008299505 A1	04-12-2008
DE 19955619	A1	31-05-2001	KEINE
DE 10041666	A1	23-05-2001	AT 3845 U1 25-08-2000
		DE 10041666 A1	23-05-2001
		JP 3614359 B2	26-01-2005
		JP 2001147157 A	29-05-2001
		US 6649924 B1	18-11-2003

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- AT 503276 A2 [0008]
- FR 2816056 A1 [0009]
- JP 2005226893 A [0010]