

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 500 795 A1 2006-03-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer:

A 603/2005

(51) Int. Cl.⁸: F02D 21/08 (2006.01)

(22) Anmeldetag:

11.04.2005

(43) Veröffentlicht am:

15.03.2006

(30) Priorität:

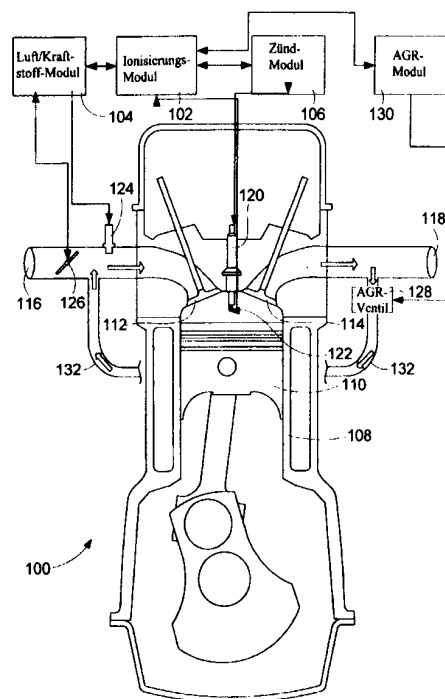
12.04.2004 US 822621 beansprucht.

(73) Patentanmelder:

WOODWARD GOVERNOR COMPANY
80525 FORT COLLINS (US)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM DEDEKTIEREN ABNORMALER VERBRENNUNGSZUSTÄNDE IN KOLBENMOTOREN MIT ABGASRÜCKFÜHRUNG

(57) Es werden eine Vorrichtung und Verfahren für die Abtastung von abnormen Verbrennungszuständen gezeigt, wobei die Vorrichtung und das Verfahren für die Rückkopplungs-steuerung eines Hubkolbenmotors verwendet werden, der mit einer AGR (Abgasrückführung) gesteuert wird, wobei Ionisierungssignale verwendet werden. Das System empfängt eine Folge von Ionisierungssignalen für aufeinander folgende Takte eines laufenden Motors und verarbeitet eine Vielzahl von bezug habenden Ionisierungssignalen, um eine Signalstabilität zu erreichen. Die Ionisierungssignale werden geprüft, um fest zu stellen, ob ein abnormer Verbrennungszustand, beispielsweise ein Klopfen oder eine Fehlzündung, aufgetreten ist. Die Veränderung eines Ionisierungssignals, das sich im Hinblick auf einen Motorparameter über einen Verbrennungsvorgang des Hubkolbenmotors ändert, wird gemessen und ein Raum mit veränderlichen Grenzen dem Ionisierungssignal zugeordnet. Eine Anzeige, dass der abnorme Verbrennungszustand abgetastet wurde, wird dann geliefert, wenn ein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt.



AT 500 795 A1 2006-03-15

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden eine Vorrichtung und Verfahren für die Abtastung von abnormen Verbrennungszuständen gezeigt, wobei die Vorrichtung und das Verfahren für die Rückkopplungs-Steuerung eines Hubkolbenmotors verwendet werden, der mit einer AGR (Abgasrückführung) gesteuert wird, wobei Ionisierungssignale verwendet werden. Das System empfängt eine Folge von Ionisierungssignalen für aufeinander folgende Takte eines laufenden Motors und verarbeitet eine Vielzahl von bezug habenden Ionisierungssignalen, um eine Signalstabilität zu erreichen. Die Ionisierungssignale werden geprüft, um fest zu stellen, ob ein abnormer Verbrennungszustand, beispielsweise ein Klopfen oder eine Fehlzündung, aufgetreten ist. Die Veränderung eines Ionisierungssignals, das sich im Hinblick auf einen Motorparameter über einen Verbrennungsvorgang des Hubkolbenmotors ändert, wird gemessen und ein Raum mit veränderlichen Grenzen dem Ionisierungssignal zugeordnet. Eine Anzeige, dass der abnorme Verbrennungszustand abgetastet wurde, wird dann geliefert, wenn ein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt.

< FIG 1a >

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ABTASTEN VON ABNORMEN VERBRENNUNGSZUSTÄNDEN IN HUBHUBKOLBENMOTOREN MIT EINER STARKEN ABGASRÜCKFÜHRUNG

QUERVERWEISE AUF BEZUGHABENDE PATENTANMELDUNGEN

Diese Patentanmeldung ist eine Teilfortsetzung der schwebenden US-Patentanmeldung 10/286.353 vom 1. November 2002.

GEBIET DER ERFINDUNG

Diese Erfindung betrifft allgemein Zündsysteme in Motoren mit Funkenzündung. Im Besonderen betrifft sie derartige Systeme bei Hubkolbenmotoren mit einer Abgasrückführung.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die Industrie entwickelte verschiedene Verfahren, die Ionisierungssignale verwenden, um abnorme Verbrennungszustände abzutasten, beispielsweise Fehlzündungen, ein Klopfen sowie eine Annäherung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses an stöchiometrisch betriebene Motoren. Freie Ionen, die in den Abgasen vorhanden sind, sind elektrisch leitend und messbar, wenn eine Spannung an eine Ionisierungssonde angelegt wird. Andererseits wird die Spannung an die Elektroden einer Zündkerze gelegt, nachdem die Zündkerze das Verbrennungsgemisch gezündet hat. Die angelegte Spannung induziert in den ionisierten Gasen einen Strom, der gemessen wird, um das Ionisierungssignal zu liefern. Das Ionisierungssignal wird bei der Motorsteuerung als Steuerparameter verwendet. Beispielsweise in der US-Patentschrift 6,029.627 werden Ionisierungssignale und ein einziger O₂-Sensor im Auspuff verwendet, um das Luft/Kraftstoff-Verhältnis in Motoren zu steuern, um einen stöchiometrischen Betrieb zu erreichen. Diese Verfahren verwenden den O₂-Sensor dazu, um eine Stöchiometrie des gesamten stöchiometrischen Gemischs des Motors zu erreichen, wobei dann die Amplitude oder die Lage der ersten örtlichen Spitze des Ionisierungssignals in jedem einzelnen Zylinder gleich gemacht wird. Ein anderes Verfahren, das in der US-Patentschrift 5,992.386 geoffenbart ist, führt eine

Frequenzanalyse des Ionisierungssignals durch, um abnorme Verbrennungszustände abzutasten, beispielsweise ein Klopfen. Diese Systeme integrieren das Ionisierungssignal und vergleichen die Größe des integrierten Signals mit der Größe des integrierten Signals eines normalen Verbrennungsvorgangs. Der abnorme Verbrennungszustand wird abgetastet, wenn der Wert des integrierten Signals über einem Schwellwertpegel liegt, der oberhalb des Werts des integrierten Signals eines normalen Verbrennungsvorgangs eingestellt ist.

Einer der Nachteile von stöchiometrischen Motoren ist die Emission von Schadstoffen. Bei einem festgelegten Takten und Belasten hängt der NO_x -Emissionspegel eines typischen Gasmotors vom Luft/Kraftstoff-Verhältnis ab. In der Nähe eines chemisch korrekten (d.h. stöchiometrischen) Verhältnisses nehmen die NO_x -Emissionswerte einen Spitzenwert an, wobei sie dann beträchtlich sinken, wenn die Menge an überschüssiger Luft größer wird. Es ist schwierig, einen stabilen Verbrennungsvorgang mit einem hohen Luft/Kraftstoff-Verhältnis durchzuführen. Dadurch arbeiten herkömmliche Gasmotoren mit Funkenzündung typisch in der Nähe eines stöchiometrischen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses, wobei sie vom Auspuff nach einer Behandlung mit katalytischen Umsetzern abhängen, um die NO_x -Emissionen herabzusetzen.

Öffentliche Stellen und Gruppen für das Aufstellen von Industrienormen setzen die Werte herunter, die bei Emissionen zulässig sind, um Schadstoffe zu reduzieren. Dadurch bewegt sich die Industrie dahin, Magermotoren zu verwenden, um Emissionen ungeachtet der Schwierigkeit herabzusetzen, dass in Magermotoren ein stabiler Verbrennungsvorgang aufrecht erhalten wird. Wenn bei der Verbrennung mehr Luft verwendet wird, können Magermotoren mit Turboladern die Kraftstoffleistung erhöhen, ohne dass Leistung geopfert wird, wobei sie weniger Stickoxid-Schadstoffe als herkömmliche stöchiometrisch betriebene Motoren erzeugen.

Ein anderes Verfahren, um die Emissionen herabzusetzen, besteht darin, statt mehr Luft dem Verbrennungsgemisch Abgase beizugeben, um die Emissionen herabzusetzen (d.h. eine Abgasrückführung). Abgase wurden bereits verbrannt, so dass

sie nicht noch einmal brennen können, wenn sie rückgeführt werden. Da die Abgase nicht brennen, senken sie die Spitzenverbrennungstemperatur. Bei niedrigeren Verbrennungstemperaturen kann der Stickstoff keine Verbindungen mit Sauerstoff eingehen, wobei er aus dem System mit den Abgasen ausgeschieden wird. Die Anforderungen für eine NO_x -Regelung ändern sich bei verschiedenen Motoren, so dass es verschiedene Steuersysteme gibt, die diese Aufgaben erfüllen. Das bei den meisten heute modernen Kraftfahrzeugen verwendete System ist das mit Unterdruck gesteuerte AGR-Ventil. Es gibt noch andere Steuerungen, die sich direkt auf die AGR-Systeme beziehen und die selbe Funktion im System ausführen, wie der thermische Unterdruckschalter, eine variable Ventilsteuerung, ein Temperatur-Unterdruckschalter, ein Venturi-Unterdruckverstärker, eine AGR-Verzögerungszeitschaltung, ein Rückdruckwandler usw. Die Menge der AGR-Gasströmung für jeden Motor muss geeicht werden, da zu viel oder zu wenig das Betriebsverhalten behindern kann, da die Entlüftungseigenschaften verändert werden und es zu Fehlzündungen oder zu einem Klopfen kommen kann. Eine zu große Abgasströmung wird das Betriebsverhalten des Motors verzögern und zu Fehlzündungen führen. Eine zu geringe Abgasströmung erhöht die NO_x -Emissionen und kann zu einem Klopfen des Motors führen.

Ein Abtasten der Ionisierung wurde nicht zu einem wesentlichen Grad bei diesen AGR-gesteuerten Motoren zur Anwendung gebracht. Infolge der Natur des Gemischs ist die ionisierte Stoffkonzentration, einschließlich von NO_x , viel geringer als bei stöchiometrischen Zuständen. Dadurch besitzt das Ionisierungssignal eine sehr geringe Intensität und eine große Unbeständigkeit. Verfahren, die für die Verwendung von Ionisierungssignalen bei einem stöchiometrischen Betrieb entwickelt wurden, sind für einen starken AGR-Betrieb ungeeignet. Beispielsweise sind die Ionisierungssignale von einigen mit starker AGR betriebenen Motoren ausreichend variabel und klein genug, dass eine Integration des Signals wegen einer Anzahl von Faktoren nicht betriebssicher ausgeführt werden kann. Diese Faktoren enthalten höhere Geräuschpegel relativ zur Größe des Ionisierungssignals, die Unbeständigkeit des Ionisierungssignals sowie die Größe des

resultierenden integrierten Signals.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Im Hinblick auf die obige Beschreibung besteht ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung darin, abnorme Verbrennungszustände, beispielsweise Fehlzündungen und ein Klopfen des Motors, aufgrund von Ionisierungssignalen für eine Verwendung bei stöchiometrischen Motoren sicher abzutasten, die eine Steuerung mit einer Abgasrückführung (AGR) besitzen.

Die oben erwähnten Gegenstände liegen unter jenen, die mit der Erfindung erreicht werden, die ein Verfahren zum Abtasten von abnormen Verbrennungszuständen in einer Verbrennungskammer eines Hubkolbenmotors liefert. Der abnorme Verbrennungszustand schließt Fehlzündungen und ein Klopfen ein. Das Verfahren misst die Änderung eines Ionisierungssignals, das sich im Hinblick auf einen Motorparameter über einen Verbrennungsvorgang des Hubkolbenmotors ändert, ordnet dem Ionisierungssignal einen Raum mit veränderlichen Grenzen zu, bestimmt, ob ein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt, und liefert eine Anzeige, dass der abnorme Verbrennungszustand abgetastet wurde, wenn der Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt.

Weiters ist ein Verfahren, um den Raum mit veränderlichen Grenzen und den Ausgangspunkt für den Raum mit veränderlichen Grenzen zu bestimmen, geoffenbart. Das Verfahren enthält den Empfang einer Reihe von Ionisierungssignalen, die sich im Hinblick auf einen Motorparameter über einen Verbrennungsvorgang ändern. Die Reihe von Ionisierungssignalen besitzt Ionisierungssignale, die normalen Verbrennungszuständen entsprechen, sowie Ionisierungssignale, die zumindest einem abnormen Verbrennungszustand für einen Motor entsprechen, der mit starker AGR betrieben wird. Das Verfahren enthält weiters einen Schritt, in dem der Ausgangspunkt und die Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen so eingestellt werden, dass ausgewählte Teile der Ionisierungssignale, die dem zumindest einen abnormen Verbrennungszustand entsprechen, sicher in den Raum mit

veränderlichen Grenzen fallen, und die Ionisierungssignale, die normalen Verbrennungszuständen entsprechen, sicher außerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen fallen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die beiliegenden Zeichnungen, die in die Beschreibung eingeschlossen sind und einen Teil der Beschreibung bilden, zeigen verschiedene Gesichtspunkte der vorliegenden Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung dazu, um die Grundlagen der Erfindung zu erläutern. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1a die vereinfachte Darstellung einer AGR-Steuerung eines Luft/Kraftstoff-Verhältnisses der vorliegenden Erfindung;

Fig. 1b das Blockschema des Ionisierungsmoduls von Fig. 1a;

Fig. 2 ein Flussdiagramm, in dem die Schritte dargestellt sind, um einen Motor zu beschreiben und Parameter eines Raums mit veränderlichen Grenzen gemäß den Lehren der Erfindung festzulegen;

Fig. 3a die grafische Darstellung des Drucks und des Ionisierungsstroms über dem Kurbelwinkel des Motorkolbens bei einem normalen Verbrennungsvorgang;

Fig. 3b die grafische Darstellung des Drucks und des Ionisierungsstroms über dem Kurbelwinkel des Motorkolbens bei einer Fehlzündung;

Fig. 3c die grafische Darstellung von Versuchsdaten, die eine Korrelation zwischen einem angezeigten mittleren Arbeitsdruck eines Motorzylinders und einer Fehlzündung zeigt, die dazu verwendet wird, um den Raum mit veränderlichen Grenzen der vorliegenden Erfindung zu bemessen;

Fig. 4a die grafische Darstellung des Drucks und des Ionisierungsstroms über dem Kurbelwinkel des Motorkolbens bei einem normalen Verbrennungsvorgang eines Zündkerzenaufbaus mit einem großen Elektrodenoberflächenbereich und Elektroden, die großteils der Luftströmung in der Verbrennungskammer ausgesetzt sind;

Fig. 4b die grafische Darstellung des Drucks und des

Ionisierungsstroms über dem Kurbelwinkel des Motorkolbens beim Vorgang eines beginnenden Klopfens des Zündkerzenaufbaus von Fig. 4a;

Fig. 4c die grafische Darstellung des Drucks und des Ionisierungsstroms über dem Kurbelwinkel des Motorkolbens beim Vorgang eines schweren Klopfens des Zündkerzenaufbaus von Fig. 4a;

Fig. 4d die grafische Darstellung von Versuchsdaten, die eine Korrelation zwischen der Spitze der Ableitung des Drucks eines Motorzylinders als Funktion des Kurbelwinkels und ein beginnendes Klopfen und ein schweres Klopfen des Zündkerzenaufbaus von Fig. 4a zeigen, die dazu verwendet wird, um den Raum mit veränderlichen Grenzen der vorliegenden Erfindung zu bemessen;

Fig. 5a die grafische Darstellung des Drucks und des Ionisierungsstroms über dem Kurbelwinkel des Motorkolbens bei einem normalen Verbrennungsvorgang eines Zündkerzenaufbaus, der einen großen Elektrodenoberflächenbereich und Elektroden besitzt, die großteils von der Luftströmung der Verbrennungskammer abgeschirmt sind;

Fig. 5b die grafische Darstellung des Drucks und des Ionisierungsstroms über dem Kurbelwinkel des Motorkolbens beim Vorgang eines beginnenden Klopfens des Zündkerzenaufbaus von Fig. 5a;

Fig. 5c die grafische Darstellung des Drucks und des Ionisierungsstroms über dem Kurbelwinkel des Motorkolbens beim Vorgang eines schweren Klopfens des Zündkerzenaufbaus von Fig. 5a;

Fig. 5d die grafische Darstellung von Versuchsdaten, die eine Korrelation zwischen der Spitze der Ableitung des Drucks eines Motorzylinders als Funktion des Kurbelwinkels und ein beginnendes Klopfen sowie ein schweres Klopfen des Zündkerzenaufbaus von Fig. 5a zeigt, um den Raum mit veränderlichen Grenzen der vorliegenden Erfindung zu bemessen;

Fig. 6 ein Flussdiagramm, in dem die Schritte gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung dargestellt sind, um einen abnormen Verbrennungsvorgang fest zu stellen;

Fig. 7 ein Flussdiagramm, in dem die Schritte dargestellt sind, um den abnormen Verbrennungsvorgang von Fig. 6 fest zu stellen; und

Fig. 8 eine Vereinfachte Darstellung, die die Verwendung einer Sekundärquelle gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung zeigt.

Obwohl die Erfindung im Zusammenhang mit bestimmten bevorzugten Ausführungsformen beschrieben wird, ist nicht beabsichtigt, dass sie auf diese Ausführungsformen beschränkt ist. Im Gegensatz dazu ist beabsichtigt, dass alle Alternativen, Abarten und Äquivalente im Geist und Bereich der Erfindung eingeschlossen sein sollen, wie sie in den beiliegenden Ansprüchen festgelegt ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung liefert eine Vorrichtung und ein Verfahren, um abnorme Verbrennungszustände in einem stark AGR-geregelten Hubkolbenmotor unter Verwendung von Ionisierungssignalen abzutasten. Bei der Beschreibung ist unter dem Ausdruck "stark AGR-gesteuert" eine AGR zu verstehen, die so groß ist, dass sich die NO_x -Emissionen in gewünschten Grenzen halten. Nunmehr soll anfangs auf Fig. 1a Bezug genommen werden, in der ein System 100 dargestellt ist, um die Betriebsumgebung der vorliegenden Erfindung beispielhaft zu veranschaulichen. Das System weist einen Ionisierungs-Modul 102, einen Luft/Kraftstoff-Modul 104, einen Zünd-Modul 106, einen AGR-Modul 130 sowie einen Hubkolbenmotor auf. Obwohl der Ionisierungs-Modul 102, der Luft/Kraftstoff-Modul 104, der Zünd-Modul 106 und der AGR-Modul 130 getrennt dargestellt sind, ist erkennbar, dass die Module 102, 104, 106, 130 zu einem einzigen Modul vereinigt werden oder Teil einer Motorsteuerung sein können, die andere Eingänge und Ausgänge besitzt. Der Hubkolbenmotor weist einen Motorzylinder 108, einen Kolben 110, ein Einlassventil 112 sowie ein Auslassventil 114 auf. Ein Ansaugrohr 116 steht mit dem Zylinder 108 über das Einlassventil 112 in Verbindung. Ein Auspuffrohr 118 nimmt die Abgase vom Zylinder 108 über das Auslassventil 114 auf. Das Einlassventil 112 und das Auslassventil 114 können elektronisch, mechanisch, hydraulisch

oder pneumatisch gesteuert werden, oder über eine Nockenwelle. Eine Zündkerze 120 mit einem Elektrodenabstand 122 zündet das Luft/Kraftstoff-Gemisch im Zylinder 108. Der Zünd-Modul 106 steuert den Zündzeitpunkt und liefert die Spannung für die Zündkerze 120. Das Auspuffrohr 118 steht mit dem AGR-Ventil 128 strömungsmäßig in Verbindung. Das AGR-Ventil 128 liefert Abgase für das Ansaugrohr 116, vorzugsweise stromabwärts der Drosselklappe 126. Um die Darstellung zu vereinfachen, ist der Rückführweg vom AGR-Ventil 128 zum Einlass mit Pfeilen 132 dargestellt. Bei einigen Systemen kann das Abgas mit Hilfe einer Kühleinrichtung im Rückführweg der Abgase weiter abgekühlt werden. Zusätzlich kann das Auslassventil 114 variabel getaktet werden, um einen Teil der Abgase im Zylinder 108 zurück zu halten.

Der Ionisierungs-Modul enthält einen Schaltkreis, um das Ionisierungssignal abzutasten und zu analysieren. Bei der gezeigten Ausführungsform, die Fig. 1b zeigt, weist der Ionisierungs-Modul einen Ionisierungssignal-Abtastmodul 140, einen Ionisierungssignal-Analysator 142 sowie einen Ionisierungssignal-Steuermodul 144 auf. Um abnorme Verbrennungszustände abzutasten, liefert der Ionisierungs-Modul 102 eine Spannung für den Elektrodenabstand 122, nachdem das Luft/Kraftstoff-Gemisch gezündet wurde, und misst die Ionisierungssignale vom Elektrodenabstand 122 über den Ionisierungssignal-Abtastmodul 140. Alternativ kann eine herkömmliche Ionisierungssonde oder eine andere herkömmliche Einrichtung zum Abtasten der Ionisierung verwendet werden, um die Ionisierungssignale zu messen. Der Ionisierungssignal-Analysator 142 empfängt das Ionisierungssignal vom Ionisierungssignal-Abtastmodul 140 und bestimmt, ob ein abnormer Verbrennungszustand besteht. Der Ionisierungssignal-Steuermodul 144 steuert den Ionisierungssignal-Analysator 142 und den Ionisierungssignal-Abtastmodul 140. Der Ionisierungssignal-Steuermodul 144 liefert eine Anzeige für den Luft/Kraftstoff-Modul 104, den Zünd-Modul 106 und den AGR-Modul 130 über den abnormen Verbrennungszustand, wie dies später beschrieben wird. Bei einer Ausführungsform sendet der Ionisierungs-Modul 102 die Anzeige zu anderen Modulen im Motorsystem, beispielsweise zu einer Motorsteuerung. Obwohl der Ionisierungssignal-Abtastmodul 140, der

Ionisierungssignal-Analysator 142 und der Ionisierungssignal-Steuermodul 144 getrennt dargestellt sind, ist ersichtlich, dass sie auch zu einem einzigen Modul vereinigt werden und/oder Teil einer Motorsteuerung sein können, die andere Eingänge und Ausgänge besitzt.

Kehren wir nun zu Fig. 1a zurück. Der Luft/Kraftstoff-Modul 104 steuert die Kraftstoffeinspritzung 124 und kann die Drosselklappe 126 steuern, um Luft und Kraftstoff in einem gewünschten Verhältnis dem Motorzylinder 108 zuzuführen. Der Luft/Kraftstoff-Modul 104 empfängt eine Rückkopplung vom Ionisierungs-Modul und stellt das Luft/Kraftstoff-Verhältnis so ein, wie dies später beschrieben wird. Der AGR-Modul 130 steuert die Menge der Abgase, die in das Ansaugrohr und damit in den Zylinder rückgeführt wird.

Bei der nun folgenden Beschreibung schließt der Ausdruck "Luft" im Luft/Kraftstoff-Verhältnis jene Abgase ein, die in den Zylinder rückgeführt werden. Das Ionisierungssignal ist dem Luft/Kraftstoff-Verhältnis des Kraftstoffgemischs proportional. Das Luft/Kraftstoff-Verhältnis des Gemischs ist bei Magermotoren größer (d.h. die Menge an Kraftstoff ist kleiner) als bei stöchiometrischen Motoren. Der kleinere Wert des Kraftstoffs relativ zur Luft führt zu einer niedrigeren Flammentemperatur, die in eine geringere Anzahl von freien Ionen umgesetzt wird, die in den Verbrennungsgasen vorhanden sind. Zusätzlich beeinflusst der Zündkerzenaufbau im Zusammenhang mit den gasdynamischen und thermodynamischen Eigenschaften des Verbrennungsvorgangs die Größe und die Wiederholbarkeit des Ionensignals stark. Beispielsweise liefern Systeme mit Zündkerzen, die einen großen Elektrodenoberflächenbereich und Elektroden besitzen, die von der Luftströmung der Verbrennungskammer großteils abgeschirmt sind, stärkere und konsistentere Ionisierungssignale als andere Arten von Zündkerzen. Andererseits ist das Ionisierungssignal in Magermotoren nicht leicht abzutasten oder zu verarbeiten, die herkömmliche Zündkerzen mit einem "J-Spalt" verwenden, da das Signal eine sehr geringe Intensität besitzt und sehr unbeständig ist. Systeme gemäß dem Stand der Technik, die jene Energie zum Abtasten des Ionisierungssignals verwenden, die für die Zündung des Kraftstoffgemischs

verwendet wird, arbeiten nicht richtig, da dieses System ein schwaches Signal oder überhaupt kein Signal erhält. Die bevorzugte Form der vorliegenden Erfindung legt eine Spannung an den Elektrodenabstand, nachdem die Luft und der Kraftstoff gezündet wurden, um die Ionisierungssignale zu messen. Zusätzlich fließen freie Ionen, wenn die zusätzliche Spannung angelegt wird, wodurch dies zu einem Ionisierungssignal führt, das leichter abgetastet werden kann.

Das Ionisierungssignal wird im Hinblick auf einen Motorparameter über den Verbrennungstakt erfasst. Der Motorparameter kann beispielsweise der Kurbelwinkel, die Zeit nach der Zündung, die Zeit vom oberen Totpunkt usw. sein. Der Kurbelwinkel wird hier in seiner allgemeinsten Bedeutung so verwendet, dass er all dies umfasst. Beispielsweise kann der Kurbelwinkel allgemein für die Messung des Rotationsparameters des Motors herangezogen werden, unabhängig davon, ob er direkt in Graden des Kurbelwinkels oder indirekt gemessen oder aus Messungen abgeleitet wird. Er kann im Hinblick auf den oberen Totpunkt, auf den Zündzeitpunkt usw. festgelegt werden. Abnorme Verbrennungszustände, beispielsweise Fehlzündungen und ein Klopfen, werden an bestimmten Punkten im Verbrennungstakt abgetastet. Diese Punkte liegen dort, wo das Ionisierungssignal des abnormen Verbrennungszustands einen Signalverlauf besitzt, der sich von den Ionisierungssignalen von normalen Verbrennungszuständen unterscheidet. Eine Fehlzündung tritt beispielsweise dann auf, wenn das Ionisierungssignal für ein ausgedehntes Intervall des Verbrennungstakts auf einem oder in der Nähe eines Anfangswerts bleibt. Ein Zustand der Fehlzündung entsteht oft durch Mängel beim Luft/Kraftstoff-Verhältnis (z.B. zu mager), beim Zündzeitpunkt und/oder bei den Kennwerten der Zündkerze.

Um abnorme Verbrennungsvorgänge in einem AGR-gesteuerten Motor abzutasten, wird dem Ionisierungssignal ein Raum mit veränderlichen Grenzen zugeordnet (gemessen im Hinblick auf einen Verbrennungsvorgang), um die abnormen Verbrennungszustände abzutasten. Beim Raum mit veränderlichen Grenzen handelt es sich um einen Raum, der an einer Stelle im Verbrennungstakt angeordnet und so bemessen ist, dass ein Teil des Ionisierungssignals während eines abnormen

Verbrennungszustands sicher innerhalb des Raums liegt und während normaler Verbrennungszustände sicher außerhalb des Raums liegt. Die Lage des Raums mit veränderlichen Grenzen ist eine Funktion eines Taktparameters des Motors (z.B. des Kurbelwinkels, der Zeit usw.) und seine Größe eine Funktion des Taktparameters des Motors und der Größe des Ionisierungssignals. Beispielsweise besitzt ein zellenförmiger Raum mit veränderlichen Grenzen eine Achse (z.B. die Länge) der Zelle in Einheiten des Motorparameters (z.B. der Kurbelwinkel) und die andere Achse (z.B. die Höhe) der Zelle in Einheiten der Größe des Ionisierungssignals. Vorzugsweise wird ein Raum mit veränderlichen Grenzen für jeden abnormen Verbrennungszustand verwendet (z.B. ein Raum mit veränderlichen Grenzen für Fehlzündungen, ein Raum mit veränderlichen Grenzen für ein beginnendes Klopfen, ein Raum mit veränderlichen Grenzen für schweres Klopfen usw.).

Wenn das Ionisierungssignal jenen Punkt im Verbrennungstakt erreicht, an dem der Raum mit veränderlichen Grenzen angeordnet wurde, wird die Größe des Ionisierungssignals mit dem Größenbereich des Raums mit veränderlichen Grenzen verglichen. Der Ionisierungs-Modul 102 zeigt an, dass ein abnormer Verbrennungszustand aufgetreten ist, wenn das Ionisierungssignal innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen in Übereinstimmung mit Kriterien liegt, die später beschrieben werden sollen. Die Verwendung des Raums mit veränderlichen Grenzen gemäß der Erfindung überwindet jene Probleme, die den Integrationsverfahren des Stands der Technik zugeordnet sind. Die Auswirkung von Störungen wird dadurch herabgesetzt, dass die Integration des Ionisierungssignals beseitigt wird. Bei der Integration handelt es sich implizit um einen Filtervorgang, der kurze Betriebsimpulse auslassen kann, die Verbrennungszustände anzeigen. In Magermotoren können diese kurzen Impulse der einzige Unterschied zwischen einem normalen Verbrennungszustand und einem abnormen Verbrennungszustand sein. Der Raum mit veränderlichen Grenzen tastet diese kurzen Impulse ab. Die Unbeständigkeit im Ionisierungssignal wird während eines Eichvorgangs berechnet, wenn der Raum mit veränderlichen Grenzen so bemessen und angeordnet wird, wie dies hier beschrieben wird.

Der Signalverlauf des Ionisierungssignals wird dazu verwendet, um jeden abnormen Verbrennungszustand zu beschreiben und fest zu stellen, an welcher Stelle im Verbrennungstakt dieser abnorme Verbrennungszustand betriebssicher abgetastet werden kann. Der Raum mit veränderlichen Grenzen wird so hergeleitet, um den Signalverlauf des Ionisierungssignals zu erfassen, der den abnormen Verbrennungszustand anzeigt und dem Ionisierungssignal zugeordnet ist. In der nun folgenden Beschreibung sollen Details beim Bestimmen des Ausgangspunkts und der Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen erörtert und dann die Details der Abtastung eines abnormen Verbrennungszustands beschrieben werden. Eine veränderliche Zelle soll dazu verwendet werden, um die Anordnung und die Bemessung des Raums mit veränderlichen Grenzen zu beschreiben. Das Ionisierungssignal wird im Hinblick auf den Kurbelwinkel erfasst. Es ist ersichtlich, dass für den Raum mit veränderlichen Grenzen irgendeine Form verwendet und das Ionisierungssignal im Hinblick auf andere Motorparameter erfasst werden kann.

Nunmehr wird auf Fig. 2 Bezug genommen, in der die Gesamtschritte des Abstimmvorgangs dargestellt sind. Der Abstimmvorgang bestimmt den Ausgangspunkt und die Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen. Weiters bestimmt der Vorgang einen Grenzwert für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis bei einem gegebenen Kennwert der Zündung und des Zündzeitpunkts, an dem der Motor eine große Wahrscheinlichkeit von Fehlzündungen besitzt, wenn der Motor mit einem Luft/Kraftstoff-Verhältnis oberhalb des Grenzwerts des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses betrieben wird. Wenn das Luft/Kraftstoff-Verhältnis magerer wird (z.B. deshalb, weil zu viele Abgase rückgeführt werden), steigt die Möglichkeit von Fehlzündungen. Der Grenzwert des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses und der AGR-Grenzwert werden aufgrund von Betriebsbehinderungen eingestellt. Beispielsweise kann es einem Motor gestattet werden, dass es bei einem gewissen Prozentsatz der Anzahl von Takten während des Betriebs zu Fehlzündungen kommt, während bei einem anderen Motor überhaupt keine Fehlzündungen zulässig sind. Der Grenzwert wird auf ein fetteres Luft/Kraftstoff-Verhältnis eingestellt, wenn der Motor keine Fehlzündungen aufweisen darf, als bei einem Luft/Kraftstoff-Verhältnis eines Motors,

bei dem es zu Fehlzündungen im Betrieb kommen darf. Obwohl das Luft/Kraftstoff-Verhältnis, der AGR-Prozentsatz und der Zündzeitpunkt wesentliche Steuerparameter sind, ist ersichtlich, dass andere Motorparameter verwendet werden können, um den Motor zu steuern (z.B. die Stellung der Abgas- und Drosselklappe usw.). Man erhält eine Reihe von Datenpunkten der Motorparameter, die zur Bestimmung des abnormen Verbrennungszustand verwendet werden können, sowie eine Reihe von entsprechenden Ionisierungssignalen bei verschiedenen Betriebszuständen des Magermotors (Schritt 200). Die Reihe von Datenpunkten der Motorparameter kann mit Hilfe des mittleren Arbeitsdrucks des Zylinders, mit Hilfe des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses oder mit Hilfe von irgendeinem anderen Motorparameter angezeigt werden, der dazu verwendet werden kann, um fest zu stellen, wenn der abnorme Verbrennungszustand aufgetreten ist. Typisch wird ein Testmotor dazu verwendet, um die Reihe von Datenpunkten zu erhalten und die Kennlinien des Motors während normalen und abnormen Betriebszuständen zu lernen. Die Verwendung eines Testmotors ermöglicht die Verwendung von Sensoren und Diagnoseeinrichtungen, die bei Serienmotoren typisch nicht zur Verfügung stehen. Beispielsweise kann man den angezeigten mittleren Arbeitsdruck eines Zylinders im Allgemeinen bei Serienmotoren nicht von Sensoren für den Zylinderdruck gewinnen, da Serienmotoren im Allgemeinen aus Kostengründen und wegen der Betriebssicherheit keine Drucksensoren in jedem Zylinder besitzen. Bei einigen Magersystemen kann das Ionisierungssignal verrauscht sein. In diesen Systemen wird die Reihe von entsprechenden Ionisierungssignalen unter Verwendung von Filtern erfasst, um das Ionisierungssignal zu sieben. Beispielsweise kann ein veränderlicher Mittelwertfilter verwendet werden, wenn die Anzahl von Datenpunkten, die gemittelt werden sollen, aufgrund eines Signalverlaufs des Ionisierungssignal festgelegt wird.

Der abnorme Verbrennungszustand wird aus der Reihe von Datenpunkten bestimmt (Schritt 202). Beispielsweise kann eine Fehlzündung unter Verwendung des angezeigten mittleren Arbeitsdrucks eines Zylinders festgestellt werden. Eine Fehlzündung tritt dann auf, wenn der angezeigte mittlere Arbeitsdruck unterhalb eines festgelegten Schwellenwerts

liegt. Bei einer Ausführungsform ist dieser Schwellenwert ein vorgegebener Prozentsatz des Nennwerts eines angezeigten mittleren Arbeitsdrucks des Zylinders. Die Ionisierungssignale, die dem abnormen Verbrennungszustand entsprechen, werden mit den Ionisierungssignalen von normalen Verbrennungszuständen verglichen, um den Verlauf des Ionisierungssignals zu bestimmen, der dazu verwendet werden kann, um den abnormen Vorgang zu erkennen (Schritt 204). Der Ausgangspunkt und die Größe der veränderlichen Zelle wird dann unter Verwendung des Verlaufs der Ionisierungssignale bestimmt (Schritt 206). Bei einer Ausführungsform werden der Ausgangspunkt und die Größe dadurch bestimmt, dass abnorme Verbrennungsvorgänge beobachtet und die oberen und unteren Extremwerte in der Datenreihe festgestellt werden. Die veränderliche Zelle wird an einem Extremwert bemessen und angeordnet, worauf die veränderliche Zelle am anderen Extremwert abgestimmt wird. Die veränderliche Zelle wird vorzugsweise mit Reihen von Datenpunkten bemessen und angeordnet, die man bei unterschiedlichen Betriebszuständen erfasst. Die Parameter der veränderlichen Zelle (d.h. die Größe und die Lage) können sich mit Betriebszuständen des Motors ändern, beispielsweise mit der Drehzahl, mit der Motorbelastung und mit dem gewünschten Luft/Kraftstoff-Verhältnis. Beispielsweise besitzt die veränderliche Zelle im Leerlauf und bei voller Leistung des Motors eine andere Größe.

Nunmehr wird auf Fig. 3a-3c Bezug genommen, in denen eine veränderliche Zelle 300 für den Vorgang einer Fehlzündung dargestellt ist. Fig. 3a zeigt die Darstellung eines repräsentativen Zylinderdrucks 302 und eines Ionisierungssignals 304 beim Zustand einer normalen Verbrennung. Fig. 3b zeigt die Darstellung eines repräsentativen Zylinderdrucks 306 und eines Ionisierungssignals 308 beim Zustand einer Fehlzündung. In Fig. 3c ist eine repräsentative Reihe von Datenpunkten des Motorparameters für 70 Motortakte dargestellt. Beim verwendeten Motorparameter handelt es sich um den angezeigten mittleren Arbeitsdruck eines Zylinders. Wenn der angezeigte mittlere Arbeitsdruck irgendeines Datenpunkts unterhalb eines ausgewählten Werts liegt, wird der Datenpunkt als Zustand einer Fehlzündung beurteilt. Der ausgewählte Wert sollte auf

einen Punkt eingestellt werden, der alle Fehlzündungen abtastet. Bei einer Ausführungsform ist der ausgewählte Wert ein vorgegebener Prozentsatz des Nennwerts. Die Datenpunkte 310 in Fig. 3c entsprechen einem Zustand der Fehlzündung. Es ist ersichtlich, dass das Ionisierungssignal 304 eines normalen Verbrennungszustands, ausgehend vom ursprünglichen Ausgangspunkt, am Anfang einen kurzen, abgeflachten Teil besitzt, worauf ein Spitzenteil folgt. Im Gegensatz dazu bleibt der Fehlzündungszustand für eine gegebene Dauer im Wesentlichen konstant. Ein Merkmal für einen Fehlzündungszustand im Ionisierungssignal bei vielen Motoren besteht darin, dass ein Teil des Ionisierungssignals vom ursprünglichen Ausgangspunkt 312 des Ionisierungssignals für ein ausgedehntes Intervall im Wesentlichen konstant bleibt, wie dies Fig. 3b zeigt, und in einem abgegrenzten Raum eingeschlossen sein kann. Es ist ersichtlich, dass auch andere Kennlinien verwendet werden können.

Der Abstimmvorgang dient dazu, um den Ausgangspunkt und die Größe der veränderlichen Zelle unter Verwendung des Verlaufs der Ionisierungssignale festzulegen. Der Abstimmvorgang stellt die Größe und die Lage der veränderlichen Zelle ein, um den Fehlzündungszustand sicher zu erfassen und den normalen Verbrennungszustand auszuschließen. Der Ausgangspunkt und die Größe der veränderlichen Zelle werden eingestellt, bis die veränderliche Zelle groß genug ist und an einer Stelle des Ionisierungssignals im Hinblick auf den Kurbelwinkel liegt, so dass ein Teil des Ionisierungssignals eines Fehlzündungszustands für die Dauer der veränderlichen Zelle 300 sicher in der veränderlichen Zelle 300 bleibt, wie dies Fig. 3c zeigt, und die veränderliche Zelle 300 bei einem normalen Verbrennungszustand verlässt, den Fig. 3a zeigt. Dies wird dadurch erreicht, dass die veränderliche Zelle mit den Ionisierungssignalen überlagert wird, die den normalen und den abnormen Verbrennungstakten entsprechen, wie dies Fig. 3c zeigt, und die Zellenparameter (z.B. der Ausgangspunkt (im Hinblick auf den Kurbelwinkel (d.h. die Zeit) und die Größe des Ionisierungssignals), die Dauer und die Höhe) eingestellt werden, um die Zelle zu optimieren. Beispielsweise werden der Zelle Ionisierungssignale überlagert, die dem oberen und dem unteren Extremwert der Datenpunkte 310 (d.h. den

NACHGEREICHT

Fehlzündungszuständen) in jenem Motor entsprechen, der beschrieben werden soll, wobei die Zellenparameter so eingestellt werden, dass der Teil des Ionisierungssignals für jeden Zustand sicher in der Zelle bleibt. Die veränderliche Zelle wird dann über das Ionisierungssignal für die normalen Ionisierungssignale gelegt, die in ihrer Form den Ionisierungssignalen für die Fehlzündungszustände am nächsten kommen. Beispielsweise werden die Ionisierungssignale, die den Datenpunkten 312, 314 und 316 entsprechen, in ihrer Form oder ihrem Verlauf wahrscheinlich jenen Ionisierungssignalen am nächsten kommen, die den Fehlzündungszuständen entsprechen. Daraufhin wird die veränderliche Zelle eingestellt, bis der Teil des Ionisierungssignals des normalen Verbrennungszustands von der veränderlichen Zelle nicht erfasst wird. Dieser Vorgang wird für alle Ionisierungssignale in der Datenreihe für die verschiedenen Betriebszustände des Motors (z.B. Drehzahl, Motorbelastung, gewünschtes Luft/Kraftstoff-Verhältnis usw.) wiederholt, um sicher zu stellen, dass die veränderliche Zelle Fehlzündungszustände sicher erfasst und andere Zustände ausschließt. Die Zellenparameter werden dann während des Betriebs des Motors dazu verwendet, um Fehlzündungszustände abzutasten.

Im Betrieb empfängt der Ionisierungssignal-Analysator 132 das Ionisierungssignal. Er verändert die veränderliche Zelle über das Ionisierungssignal in Übereinstimmung mit den Zellenparametern. Bei einer Ausführungsform wird der niedrigste Wert des Ionisierungssignals beginnend am Ausgangspunkt der veränderlichen Zelle und endend an der Grenze der veränderlichen Zelle bestimmt (d.h. für die Dauer der veränderlichen Zelle). Wenn beispielsweise die Dauer der veränderlichen Zelle dreißig Grad des Kurbelwinkels beträgt, wird der niedrigste Wert des Ionisierungssignals über diese dreißig Grad des Kurbelwinkels bestimmt. Der Ausgangspunkt der veränderlichen Zelle wird dann am Ausgangspunkt des Kurbelwinkels (d.h. am Zeitpunkt nach der Zündung) auf dem niedrigsten Wert des Ionisierungssignals angeordnet. Der Ionisierungssignal-Analysator 132 stellt dann fest, ob das Ionisierungssignal über die Dauer der veränderlichen Zelle innerhalb der veränderlichen Zelle bleibt. Der Ionisierungssignal-Analysator 132 liefert eine Anzeige für den

Ionisierungssignal-Steuermodul 134, dass eine Fehlzündung abgetastet wurde, wenn das Ionisierungssignal während der Dauer der veränderlichen Zelle innerhalb der veränderlichen Zelle bleibt. Fig. 3b zeigt das Ionisierungssignal, das über die Dauer der veränderlichen Zelle innerhalb der veränderlichen Zelle bleibt.

Der Ionisierungssignal-Steuermodul 134 liefert dann eine Anzeige für den Luft/Kraftstoff-Modul 104, den Zünd-Modul 106 und den AGR-Modul 130 über den Fehlzündungszustand sowie für andere Module, beispielsweise die Motorsteuerung. Der Luft/Kraftstoff-Modul 104, der AGR-Modul 130 und der Zünd-Modul 106 (oder die Motorsteuerung) bestimmen ihrerseits, was zu tun ist. Die Vorgänge, die ausgeführt werden können, enthalten ein Herabsetzen der Abgasmenge, die rückgeführt wird, ein Verschieben des Zündzeitpunkts und/oder ein fetteres Gemisch für den Motor (z.B. durch die Beigabe von mehr Kraftstoff zum Luft/Kraftstoff-Gemisch), oder es geschieht nichts, bis eine vorgegebene Anzahl von Fehlzündungen aufgetreten ist, worauf der Zündzeitpunkt vorgeschoben und/oder der Motor mit einem fetteren Gemisch betrieben wird. Der Luft/Kraftstoff-Modul 104 steuert die Kraftstoffeinspritzung 124 und/oder die Drosselklappe 126, der AGR-Modul 130 steuert das AGR-Ventil 128 und der Zünd-Modul 106 steuert den Zündzeitpunkt, um den Motor in Übereinstimmung mit jenem Vorgang vom Fehlzündungszustand weg zu bewegen, von dem entschieden wurde, dass er ausgeführt wird (z.B. Verschieben des Zündzeitpunkts und/oder ein fetteres Gemisch für den Motor).

Die Ionisierungssignale unterscheiden sich bei verschiedenen Arten von Zündkerzen in ihrer Gesamtform oder ihrem Verlauf. Beispielsweise kann das Ionisierungssignal bei manchen Zündkerzen eine zweite Spitze und bei anderen Arten von Zündkerzen keine zweite Spitze besitzen. Das bedeutet, dass Verfahren gemäß dem Stand der Technik, um ein Klopfen abzutasten, die auf dem Vorhandensein einer zweiten Spitze im Ionisierungssignal beruhen, bei bestimmten Arten von Zündkerzen nicht arbeiten. Die vorliegende Erfindung kann an viele oder an die meisten Arten von Zündkerzen angepasst werden, da der Motor durch Zündkerzenarten gekennzeichnet ist,

die bei Serienmotoren Verwendung finden. Nunmehr wird auf Fig. 4a-4d Bezug genommen, in denen ein Raum mit veränderlichen Grenzen 400 für ein Klopfen bei einer Zündkerze dargestellt ist, die eine zweite Spitze besitzt. Das Auftreten einer zweiten Spitze stellt eine Anzeige für ein Klopfen dar. Der Raum mit veränderlichen Grenzen 400 wird bemessen, angeordnet und in diesem Fall unterteilt, so dass er einen unteren Bereich 402 und einen oberen Bereich 404 besitzt, um ein beginnendes Klopfen bzw. ein schweres Klopfen abzutasten. Ein beginnendes Klopfen tritt auf, wenn die Größe des Klopfens minimal ist und das Klopfen dem Motor keinen unmittelbaren Schaden zufügen würde. Ein schweres Klopfen tritt auf, wenn das Klopfen so groß ist, dass das Klopfen einen Schaden am Motor verursacht oder verursachen könnte. Fig. 4a zeigt die Darstellung eines repräsentativen Zylinderdrucks 406 und eines Ionisierungssignals 408 bei einem normalen Verbrennungszustand. Fig. 4b zeigt die Darstellung eines repräsentativen Zylinderdrucks 410 und eines Ionisierungssignals 412 beim Zustand eines beginnenden Klopfens. Fig. 4c zeigt die Darstellung eines repräsentativen Zylinderdrucks 414 und eines Ionisierungssignals 416 beim Zustand eines schweren Klopfens. Ein Klopfen tritt dann auf, wenn sich der Druck rasch ändert. Dadurch ist der Motorparameter, der für die Beschreibung des Ionisierungssignals ausgewählt wird, die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders im Hinblick auf den Kurbelwinkel. Es können auch andere Motorparameter verwendet werden. Eine repräsentative Reihe von Datenpunkten des Motorparameters ist in Fig. 4d dargestellt. Es sind die Pegel eines annehmbaren Klopfens 420, eines beginnenden Klopfens 422 und eines schweren Klopfens 424 dargestellt.

Ein Schwellwertpegel der Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders wird für ein beginnendes Klopfen und ein höherer Schwellwertpegel für die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders für ein schweres Klopfen gewählt. Der Schwellwertpegel für ein beginnendes Klopfen wird so gewählt, dass das Klopfen dem Motor keinen unmittelbaren Schaden zufügen kann. Der Schwellwertpegel für ein schweres Klopfen wird so gewählt, dass das Klopfen den Motor beschädigen könnte. Wenn die Spitze der Ableitung des Drucks eines

NACHGEREICHT

Zylinders unterhalb des Schwellwertpegels für ein beginnendes Klopfen liegt, liegt irgendein vorhandenes Klopfen innerhalb des Pegels eines annehmbaren Klopfens. Wenn die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders oberhalb des Schwellwertpegels für ein beginnendes Klopfen und unterhalb des Schwellenwerts für ein schweres Klopfen liegt, wird das Klopfen als beginnendes Klopfen bestimmt. Wenn die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders oberhalb des Schwellwertpegels für ein schweres Klopfen liegt, wird das Klopfen als schweres Klopfen bestimmt. Für diese Beschreibung wurden der Schwellwertpegel für ein beginnendes Klopfen auf den Wert 25 und der Schwellwertpegel für ein schweres Klopfen auf den Wert 45 eingestellt. Es ist ersichtlich, dass die Schwellwertpegel während der Beschreibung des Motors bestimmt werden müssen und auf dem Toleranzpegel des Klopfens des Motors beruhen. Der Ausgangspunkt und die Größe des unteren Bereichs werden dadurch bestimmt, dass der Ausgangspunkt und die Größe eingestellt werden, bis der untere Bereich genügend groß ist, und im Hinblick auf das Ionisierungssignal und den Kurbelwinkel an einer Stelle angeordnet, so dass irgendein Teil des Ionisierungssignals für den Zustand eines beginnenden Klopfens sicher in den unteren Bereich 402 fällt und außerhalb des oberen Bereichs 404 bleibt, wie dies Fig. 4b zeigt. Der Ausgangspunkt und die Größe des oberen Bereichs werden durch die Einstellung des Ausgangspunkts und der Größe bestimmt, bis der untere Bereich genügend groß ist, und an einer Stelle angeordnet, so dass irgendein Teil des Ionisierungssignals für den Zustand eines schweren Klopfens sicher in den oberen Bereich 404 fällt, wie dies Fig. 4c zeigt.

Bei einer Ausführungsform ist der Ausgangspunkt ein fester Zeitwert nach dem Zündvorgang und die Dauer der veränderlichen Zelle 400 ist ein fester Zeitwert. Diese Zeit kann eine tatsächliche Zeit oder ein Kurbelwinkel sein, wobei er mit Datenpunkten bestimmt wird, die Fig. 4d zeigt. Das Ionisierungssignal nimmt eventuell einen quasistationären Zustand an. Der Boden des unteren Bereichs 402 wird auf einen Punkt um einen festen Wert oberhalb des Werts des quasistationären Zustands eingestellt, wobei der obere Teil des unteren Bereichs 402 von diesen Datenpunkten festgelegt wird. Der feste Wert über dem der Wert des quasistationären

Zustands wird mit den Datenpunkten festgelegt und an einer Stelle angeordnet, so dass die Ionisierungssignale der normalen Verbrennungszustände nicht in die veränderliche Zelle 400 fallen. Der obere Teil des unteren Bereichs wird so bestimmt, dass Zustände eines beginnenden Klopfens in den unteren Bereich 402 fallen und außerhalb des oberen Bereichs 404 bleiben. Im Betrieb werden der Wert des quasistationären Zustands festgelegt und der untere Bereich 402 der veränderlichen Zelle 400 an einem festen Zeitpunkt nach dem Zündvorgang am festen Wert oberhalb des Werts des quasistationären Zustands angeordnet. Der Ionisierungssignal-Analysator 132 liefert eine Anzeige für den Ionisierungssignal-Steuermodul 134, dass ein beginnendes Klopfen abgetastet wurde, wenn der Analysator feststellt, dass das Ionisierungssignal in den unteren Bereich 402 fällt, während es außerhalb des oberen Bereichs 404 bleibt. Der Ionisierungssignal-Analysator 132 liefert eine Anzeige für den Ionisierungssignal-Steuermodul 134, dass ein schweres Klopfen abgetastet wurde, wenn der Analysator feststellt, dass das Ionisierungssignal in den oberen Bereich 404 fällt.

Wie bereits oben erwähnt wurde, gibt es einige Zündkerzenaufbauten (und Aufbauten von Ionisierungssonden), bei denen das Ionisierungssignal keine zweite Spitze besitzt. Bei Systemen, die derartige Aufbauten besitzen, ist ein Klopfen dann vorhanden, wenn im Ionisierungssignal eine erste große Spitze auftritt. Nunmehr wird auf Fig. 5a-5d Bezug genommen, in denen der Raum mit veränderlichen Grenzen 500 bei Aufbauten, die keine zweite Spitze besitzen, so unterteilt ist, dass er einen unteren Bereich 502 und einen oberen Bereich 504 besitzt, um ein beginnendes Klopfen und ein schweres Klopfen abzutasten. Fig. 5a zeigt die Darstellung eines repräsentativen Zylinderdrucks 506 und eines Ionisierungssignals 508 bei einem normalen Verbrennungszustand. Fig. 5b zeigt die Darstellung eines repräsentativen Zylinderdrucks 510 und eines Ionisierungssignals 512 beim Zustand eines beginnenden Klopfens. Fig. 5c zeigt die Darstellung eines repräsentativen Zylinderdrucks 514 und eines Ionisierungssignals 516 beim Zustand eines schweren Klopfens. Eine repräsentative Reihe von Datenpunkten des Motorparameters ist in Fig. 5d dargestellt.

NACHGEREICHT

Es sind die Pegel eines annehmbaren Klopfens 520, eines beginnenden Klopfens 522 und eines schweren Klopfens 524 dargestellt. Bei dem verwendeten Motorparameter handelt es sich um die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders bezogen auf einen Kurbelwinkel des Motors. Ein Schwellwertpegel der Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders wird für ein beginnendes Klopfen und ein Schwellwertpegel für die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders für ein schweres Klopfen gewählt. Der Schwellwertpegel für ein beginnendes Klopfen wird so gewählt, dass das Klopfen dem Motor keinen unmittelbaren Schaden zufügen würde. Der Schwellwertpegel für ein schweres Klopfen wird so gewählt, dass das Klopfen den Motor beschädigen könnte. Wenn die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders unterhalb des Schwellwertpegels für ein beginnendes Klopfen liegt, liegt irgendein vorhandenes Klopfen innerhalb des Pegels eines annehmbaren Klopfens. Wenn die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders oberhalb des Schwellwertpegels für ein beginnendes Klopfen und unterhalb des Schwellenwerts für ein schweres Klopfen liegt, wird das Klopfen als beginnendes Klopfen bestimmt. Wenn die Spitze der Ableitung des Drucks eines Zylinders oberhalb des Schwellwertpegels für ein schweres Klopfen liegt, wird das Klopfen als schweres Klopfen bestimmt. Bei einer Ausführungsform wurden der Schwellwertpegel für ein beginnendes Klopfen auf den Wert 15 und der Schwellwertpegel für ein schweres Klopfen auf den Wert 45 eingestellt. Es können auch andere Werte verwendet werden. Der Ausgangspunkt und die Größe des unteren Bereichs werden dadurch bestimmt, dass der Ausgangspunkt und die Größe eingestellt werden, bis der untere Bereich genügend groß ist und im Hinblick auf das Ionisierungssignal und den Kurbelwinkel an einer Stelle liegt, so dass irgendein Teil des Ionisierungssignals für den Zustand eines beginnenden Klopfens sicher in den unteren Bereich 502 fällt und außerhalb des oberen Bereichs 504 bleibt, wie dies Fig. 5b zeigt. Der Ausgangspunkt und die Größe des oberen Bereichs werden dadurch bestimmt, dass der Ausgangspunkt und die Größe eingestellt werden, bis der untere Bereich genügend groß ist und an einer Stelle liegt, so dass irgendein Teil des Ionisierungssignals für den Zustand eines schweren Klopfens

sicher in den oberen Bereich 504 fällt, wie dies Fig. 5c zeigt.

Bei einer Ausführungsform ist der Ausgangspunkt ein fester Zeitwert nach dem Zündvorgang und die Dauer der veränderlichen Zelle 500 ist ein fester Zeitwert. Diese Zeit kann eine tatsächliche Zeit oder ein Kurbelwinkel sein, wobei er mit jenen Datenpunkten bestimmt wird, die Fig. 5d zeigt. Das Ionisierungssignal nimmt eventuell einen quasistationären Wert an. Der Boden des unteren Bereichs 502 ist auf einen Punkt um einen festen Wert oberhalb des Werts des quasistationären Zustands eingestellt, wobei der obere Teil des unteren Bereichs 502 mit diesen Datenpunkten festgelegt wird. Der feste Wert über dem der Wert des quasistationären Zustands wird mit den Datenpunkten festgelegt und an einer Stelle angeordnet, so dass die Ionisierungssignale der normalen Verbrennungszustände nicht in die veränderliche Zelle 500 fallen. Der obere Teil des unteren Bereichs wird so bestimmt, dass Zustände eines beginnenden Klopfens in den unteren Bereich 502 fallen und außerhalb des oberen Bereichs 504 bleiben. Im Betrieb werden der Wert des quasistationären Zustands festgelegt und der untere Bereich 502 der veränderlichen Zelle 500 am festen Zeitpunkt nach dem Zündvorgang am festen Wert oberhalb des Werts des quasistationären Zustands angeordnet. Der Ionisierungssignal-Analysator 132 liefert eine Anzeige für den Ionisierungssignal-Steuermodul 134, dass ein beginnendes Klopfen abgetastet wurde, wenn der Analysator feststellt, dass das Ionisierungssignal in den unteren Bereich 502 fällt, während es außerhalb des oberen Bereichs 504 bleibt. Der Ionisierungssignal-Analysator 132 liefert eine Anzeige für den Ionisierungssignal-Steuermodul 134, dass ein schweres Klopfen abgetastet wurde, wenn der Analysator feststellt, dass das Ionisierungssignal in den oberen Bereich 504 fällt.

Der Ionisierungssignal-Steuermodul 134 liefert eine Anzeige für den Luft/Kraftstoff-Modul 104 über die Zustände eines beginnenden Klopfens und die Zustände eines schweren Klopfens sowie für andere Module, beispielsweise die Motorsteuerung. Der Luft/Kraftstoff-Modul 104, der AGR-Modul 130 und der Zünd-Modul 106 (oder die Motorsteuerung) bestimmen ihrerseits, was

zu tun ist. Die Vorgänge, die ausgeführt werden können, enthalten ein Verzögern des Zündzeitpunkts, ein magereres Gemisch für den Motor (z.B. durch die Beigabe von mehr Luft oder Abgasen zum Luft/Kraftstoff-Gemisch), oder der Motor wird außer Betrieb gesetzt. Der Luft/Kraftstoff-Modul 104 steuert die Kraftstoffeinspritzung 124 und/oder die Drosselklappe 126, der AGR-Modul 130 steuert das AGR-Ventil 128 und der Zünd-Modul 106 steuert den Zündzeitpunkt, um den Motor vom Zustand eines Klopfens weg zu bringen, indem der Zündzeitpunkt verzögert und/oder dem Motor ein magereres Gemisch zugeführt werden, oder der Motor wird außer Betrieb gesetzt.

Nunmehr wird auf Fig. 6 Bezug genommen, in der die Schritte zum Feststellen von abnormen Verbrennungszuständen eines Hubkolbenmotors mit einer starken AGR gezeigt werden. Obwohl die Schritte nacheinander beschrieben werden, ist ersichtlich, dass die Schritte der Reihe nach, parallel, in einer Kombination von nacheinander und parallel sowie in einer unterschiedlichen Reihenfolge ausgeführt werden können. Man erhält ein oder mehrere Ionisierungssignale des Hubkolbenmotors für Takte (z.B. Verbrennungsvorgänge) eines laufenden Motors (Schritt 600).

Das Ionisierungssignal wird verarbeitet, um eine Signalstabilität zu erhalten, und ein resultierendes Ionisierungssignal wird bestimmt (Schritt 602). Ein Ausgangspunkt des resultierenden Ionisierungssignals und eine Spitze des resultierenden Ionisierungssignals werden unter Verwendung eines Anfangspegels für alle diese Signale bestimmt (Schritt 604). Das Ionisierungssignal wird geprüft, um fest zu stellen, ob ein Teil eines Ionisierungssignals innerhalb eines Raums mit veränderlichen Grenzen 300, 400, 500 liegt (Schritt 606). Es wird eine Anzeige geliefert, ob ein Teil eines Ionisierungssignals innerhalb eines Raums mit veränderlichen Grenzen 300, 400, 500 liegt (Schritt 608). Der Luft/Kraftstoff-Modul 104, der AGR-Modul 130 und der Zünd-Modul 106 (oder die Motorsteuerung) stellen ihrerseits fest, was zu tun ist. Die Vorgänge, die ausgeführt werden können, enthalten ein Verschieben oder Verzögern des Zündzeitpunkts, ein magereres oder fetteres Gemisch für den Motor oder ein außer Betrieb setzen des Motors. Der Luft/Kraftstoff-Modul 104

steuert die Kraftstoffeinspritzung 124 und/oder die Drosselklappe 126, der AGR-Modul 130 steuert das AGR-Ventil 128 und der Zünd-Modul 106 steuert den Zündzeitpunkt, um den Motor vom abnormen Verbrennungszustand weg zu bringen, oder der Motor wird außer Betrieb gesetzt.

Nunmehr wird auf Fig. 7 Bezug genommen. Der Schritt 606 weist die Feststellung auf, ob ein Ionisierungssignal für die Dauer des Raums mit veränderlichen Grenzen 300 innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen 300 liegt (Schritt 700). Einige Motoren sind mit Sensoren oder anderen Anzeigen für das Verhalten des Motors versehen, die als Sekundärsensor verwendet werden können, um zu verifizieren, dass eine Fehlzündung aufgetreten ist. Wenn ein Teil des Ionisierungssignals für ein ausgedehntes Intervall innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt, das der Dauer des Raums mit veränderlichen Grenzen entspricht, und ein Sekundärsensor im Motor zur Verfügung steht, wird der Sekundärsensor geprüft (Schritt 702), um zu verifizieren, dass eine Fehlzündung aufgetreten ist. Wenn er zur Verfügung steht, wird der Sekundärsensor dazu verwendet, um die Möglichkeit auszuschließen, dass die Abweichung des Flammenkerns, der durch die Zündkerze 120 hervorgerufen wird, sich aus dem Elektrodenabstand 122 bewegt hat, bevor der Ionisierungs-Modul 102 das Ionisierungssignal abgetastet hat. Der Sekundärsensor wird geprüft, um zu erkennen, ob der Motor normal arbeitet. Fig. 8 zeigt den Sekundärsensor. Der Sekundärsensor 190 liefert ein Sekundärsignal 192 für den Ionisierungs-Modul 102. Das Sekundärsignal 192 kann ein Drucksignal 194, die Abgastemperatur 196, der angezeigte mittlere Arbeitsdruck, die momentane Winkelgeschwindigkeit der Kurbel 198 oder andere Signale sein, beispielsweise von einem Sauerstoffsensor und Ähnlichem. Wenn das Sekundärsignal eine Bestätigung liefert, dass eine Fehlzündung aufgetreten ist (Schritt 704), wird eine Anzeige über eine Fehlzündung geliefert (Schritt 608).

Das Ionisierungssignal wird weiters geprüft, um fest zu stellen, ob irgendein Teil des Ionisierungssignals in den unteren Bereich 402, 502 des Raums mit veränderlichen Grenzen 400, 500 fällt und kein Teil in den oberen Bereich 404, 504 des Raums mit veränderlichen Grenzen 400, 500 fällt (Schritt

NACHGEREICHT

706). Wenn irgendein Teil des Ionisierungssignals in den unteren Bereich 402, 502 des Raums mit veränderlichen Grenzen 400, 500 fällt und kein Teil in den oberen Bereich 404, 504 des Raums mit veränderlichen Grenzen 400, 500 fällt, wird eine Anzeige über ein beginnendes Klopfen geliefert Schritt (608).

Das Ionisierungssignal wird weiters geprüft, um fest zu stellen, ob irgendein Teil des Ionisierungssignals in den oberen Bereich 404, 504 des Raums mit veränderlichen Grenzen 400, 500 fällt (Schritt 708). Wenn irgendein Teil des Ionisierungssignals in den oberen Bereich 404, 504 des Raums mit veränderlichen Grenzen 400, 500 fällt, wird eine Anzeige über ein schweres Klopfen geliefert (Schritt 608). Die Schritte 600-608 werden für aufeinander folgende Verbrennungsvorgänge wiederholt.

Die Verwendung der Ausdrücke "ein", "eine", "der", "die", "das" sowie ähnliche Hinweise im Zusammenhang mit der Beschreibung (im Besonderen im Zusammenhang mit den nachfolgenden Ansprüchen) sind so aufzufassen, dass sie sowohl die Einzahl als auch die Mehrzahl einschließen, falls dies hier nicht anders erwähnt oder dem deutlich widersprochen wird. Die Ausdrücke "enthalten", "besitzen", "aufweisen" und "umfassen" sind als Ausdrücke mit offenem Ende aufzufassen (d.h., dass gemeint ist "einschließend, aber nicht eingeschränkt auf") falls es nicht anders angeführt ist. Das Anführen von Wertebereichen soll hier lediglich als Kurzverfahren dienen, um sich individuell auf jeden getrennten Wert zu beziehen, der in diesen Bereich fällt, falls dies hier nicht anders angegeben ist, wobei jeder einzelne Wert in der Beschreibung so enthalten ist, als ob er hier einzeln angeführt wurde. Alle hier beschriebenen Verfahren können in irgendeiner geeigneten Reihenfolge ausgeführt werden, falls es hier nicht anders angegeben ist oder im Zusammenhang deutlich widersprochen wird. Die Verwendung von irgendeinem oder von allen Beispielen oder einer beispielhaften Ausdrucksweise (z.B. "beispielsweise"), die hier geliefert werden, dient lediglich zur besseren Erläuterung der Erfindung und schränkt das Gebiet der Erfindung nicht ein, falls es nicht anders festgelegt ist. Es soll kein Ausdruck so aufgefasst werden, dass er ein nicht beanspruchtes Element angibt, falls dies für

die Ausführung der Erfindung wesentlich ist.

Es wurden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Abtasten von abnormen Verbrennungszuständen beschrieben, die in einer Rückkopplungssteuerung in einem Mager-Hubkolbenmotor verwendet werden können, der Ionisierungssignale verwendet. Bevorzugte Ausführungsformen dieser Erfindung werden hier beschrieben, einschließlich der besten Art, die den Erfindern bekannt ist, um die Erfindung auszuführen. Abänderungen dieser bevorzugten Ausführungsformen werden für Fachleute beim Lesen der obigen Beschreibung ersichtlich. Die Erfinder erwarten, dass Fachleute derartige Abänderungen ausführen, falls sie dies für angemessen halten, und die Erfinder beabsichtigen, dass die Erfindung, anders als sie hier speziell beschrieben wurde, in die Praxis umgesetzt wird. Diese Erfindung weist jedoch alle Abänderungen und Äquivalente des Oberbegriffs auf, der in den angeschlossenen Ansprüchen angeführt ist, wie es das anwendbare Gesetz vorsieht. Weiters ist irgendeine Kombination der oben beschriebenen Elemente in allen möglichen Variationen in der Erfindung eingeschlossen, falls dies hier nicht anders angeführt ist oder ihm im Zusammenhang anders deutlich widersprochen wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Abtasten eines abnormen Verbrennungszustands in der Verbrennungskammer mit Funkenzündung eines Hubkolbenmotors, der ein Abgasrückführ-(AGR)-Ventil besitzt, um Abgase rückzuführen, um einen gewünschten Pegel von NO_x -Emissionen zu erhalten, wobei der abnorme Verbrennungszustand entweder eine Fehlzündung oder ein Klopfen enthält, wobei das Verfahren folgende Schritte enthält:
Abtasten der Veränderung eines Ionisierungssignals, das sich im Hinblick auf einen Motorparameter über einen Verbrennungsvorgang des Hubkolbenmotors ändert;
Zuordnen eines Raums mit veränderlichen Grenzen dem Ionisierungssignal;
Bestimmen, ob ein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt; und
Einstellen eines Ausgangs des AGR-Ventils, wenn der Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem das Ionisierungssignal abgetastet wird, wobei der Motor mit einem Luft/Kraftstoff-Verhältnis betrieben wird, das einem λ größer als 1,4 entspricht.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der abnorme Verbrennungszustand eine Fehlzündung ist, und wobei der Schritt, in dem festgestellt wird, ob der Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt, einen Schritt enthält, in dem festgestellt wird, ob der Teil des Ionisierungssignals für ein ausgedehntes Intervall innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen bleibt, das der Dauer des Raums mit veränderlichen Grenzen entspricht.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem durch die Prüfung eines

Sekundärsensors bestätigt wird, dass eine Fehlzündung aufgetreten ist.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der abnorme Verbrennungszustand ein Klopfen ist, und wobei der Schritt, in dem festgestellt wird, ob ein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt, einen Schritt enthält, in dem festgestellt wird, ob irgendein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei der Raum mit veränderlichen Grenzen einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich enthält, und wobei der Schritt, in dem festgestellt wird, ob der Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt, einen Schritt enthält, in dem festgestellt wird, ob irgendein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des ersten Bereichs und des zweiten Bereichs liegt.
7. Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei der Schritt, in dem die Anzeige geliefert wird, einen Schritt enthält, in dem eine Anzeige eines beginnenden Klopfens geliefert wird, wenn irgendein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des ersten Bereichs und nicht im zweiten Bereich liegt, und eine Anzeige für ein schweres Klopfen geliefert wird, wenn irgendein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des zweiten Bereichs liegt.
8. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem zumindest die Lage oder die Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen als Funktion der Betriebszustände des Motors eingestellt wird, wobei die Betriebszustände des Motors zumindest eine Motordrehzahl oder eine Motorbelastung oder einen gewünschten Prozentsatz der AGR aufweisen.
9. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem ein Verbrennungsparameter

eingestellt wird, wenn der abnorme Verbrennungszustand abgetastet wurde.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, wobei der abnorme Motorzustand eine Fehlzündung ist, und wobei der Schritt, in dem der Verbrennungsparameter eingestellt wird, zumindest das Einstellen des Zündzeitpunkts oder das Herabsetzen des Prozentsatzes der AGR enthält.
11. Verfahren gemäß Anspruch 9, wobei der abnorme Motorzustand ein Klopfen ist, und wobei der Schritt, in dem der Verbrennungsparameter eingestellt wird, zumindest das Verzögern des Zündzeitpunkts oder die Einstellung des Prozentsatzes der AGR enthält.
12. Verfahren zum Erkennen von abnormen Verbrennungstakten in einem Hubkolbenmotor, der ein Abgasrückführ-(AGR)-Ventil besitzt, um Abgase rückzuführen, um einen gewünschten Pegel von NO_x -Emissionen zu erhalten, wobei die abnormen Verbrennungstakte durch einen abnormen Vorgang gekennzeichnet sind, wobei das Verfahren folgende Schritte enthält:
 - a) Sammeln von Ionisierungssignalen, die für eine Vielzahl von aufeinander folgenden Verbrennungstakten des Hubkolbenmotors einen Ionisierungsstrom mit einer Drehstellung des Motors in Beziehung setzen, wobei einige der Verbrennungstakte normal sind und andere Verbrennungstakte durch den abnormen Vorgang gekennzeichnet sind;
 - b) Erkennen eines Verlaufs des Ionisierungssignals für die abnormen Verbrennungstakte, der sich vom Ionisierungssignal für die normalen Verbrennungstakte unterscheidet;
 - c) Zuordnen von zumindest einem Raum mit veränderlichen Grenzen den Ionisierungssignalen und Einstellen der Lage und der Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen, so dass der Raum mit veränderlichen Grenzen den Verlauf erfasst, der die abnormen Verbrennungstakte unterscheidet; und

d) Prüfen von nacheinander erzeugten Ionisierungssignalen mit dem Raum mit veränderlichen Grenzen, um zwischen normalen und abnormen Verbrennungstakten des Hubkolbenmotors zu unterscheiden.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei der Motor mit einem Luft/Kraftstoff-Verhältnis betrieben wird, das einem λ größer 1,4 entspricht, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem die Ionisierungssignale abgetastet werden.
14. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei das Verfahren weiters Schritte enthält, in denen ein zweiter Verlauf des Ionisierungssignals erkannt wird, der einen zweiten abnormen Vorgang sowohl vom normalen Signal als auch vom abnormen Vorgang unterscheidet, und Wiederholden der Schritte c-d für den zweiten abnormen Vorgang.
15. Verfahren gemäß Anspruch 14, wobei der abnorme Vorgang ein beginnendes Klopfen und der zweite abnorme Vorgang ein schweres Klopfen ist.
16. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei der abnorme Vorgang entweder eine Fehlzündung oder ein Klopfen ist.
17. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem eine Anzeige geliefert wird, ob ein abnormer Vorgang abgetastet wird.
18. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem eine Menge der Abgase rückgeführt wird, wenn ein abnormer Vorgang abgetastet wird.
19. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei der Schritt, in dem die Lage und die Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen eingestellt werden, das Einstellen von zumindest der Lage oder der Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen als Funktion von Betriebszuständen des Motors aufweist, wobei die Betriebszustände des Motors zumindest eine

Motordrehzahl oder eine Motorbelastung oder eine gewünschte Menge von Abgasen aufweisen, die im Hubkolbenmotor rückgeführt werden.

20. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei der abnorme Vorgang eine Fehlzündung ist, und wobei der Schritt, in dem zumindest ein Raum mit veränderlichen Grenzen den Ionisierungssignalen zugeordnet und die Lage sowie die Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen eingestellt werden, folgende Schritte enthält:
Einrichten einer Rotations-Ausgangsstellung des Motors;
Bestimmen einer Dauer des Raums mit veränderlichen Grenzen;
Bestimmen eines niedrigsten Pegels des Ionisierungssignals über die Dauer; und
Einstellen der Lage des Raums mit veränderlichen Grenzen am Rotations-Ausgangspunkt des Motors auf den niedrigsten Pegel des Ionisierungssignals.
21. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem die Ionisierungssignale in Ionisierungssignale für normale Verbrennungstakte und in Ionisierungssignale für abnorme Verbrennungstakte aufgrund eines Motorparameters getrennt werden, der dazu verwendet werden kann, um zu fest zu stellen, ob der einem Ionisierungssignal zugeordnete Verbrennungstakt ein abnormer Verbrennungstakt oder ein normaler Verbrennungstakt ist.
22. Verfahren gemäß Anspruch 21, wobei der Motorparameter ein angezeigter mittlerer Arbeitsdruck ist.
23. Verfahren gemäß Anspruch 21, wobei der Motorparameter die Spitze der Ableitung des Zylinderdrucks ist.
24. Verfahren zum Abtasten eines abnormen Verbrennungszustands eines Hubkolbenmotors mit einem Abgasrückführ-(AGR)-Ventil, um Abgase rückzuführen, um einen gewünschten Pegel von NO_x -Emissionen zu erhalten, wobei das Verfahren folgende Schritte enthält:

Zuordnen eines Raums mit veränderlichen Grenzen zu einem Ionisierungssignal, so dass der Raum mit veränderlichen Grenzen einen Verlauf des Ionisierungssignals erfasst, der den abnormen Verbrennungszustand von einem normalen Verbrennungszustand bei einem Betrieb des Motors unterscheidet;

Abtasten der Änderung eines Ionisierungssignals im Hinblick auf einen Motorparameter über einen Verbrennungsvorgang; und

Einstellen der Menge von rückgeführten Abgasen, wenn ein Teil des Ionisierungssignals in den Raum mit veränderlichen Grenzen fällt.

25. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei der Motor mit einem Luft/Kraftstoff-Verhältnis betrieben wird, das einem λ größer 1,4 entspricht, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem das Ionisierungssignal abgetastet wird.
26. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei der abnorme Verbrennungszustand eine Fehlzündung ist, und wobei der Schritt, in dem die Menge der rückgeführten Abgase bestimmt wird, einen Schritt enthält, in dem die Menge der rückgeführten Abgase herabgesetzt wird, wenn der Teil des Ionisierungssignals für ein ausgedehntes Intervall innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen bleibt, das der Dauer des Raums mit veränderlichen Grenzen entspricht.
27. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei der abnorme Verbrennungszustand ein Klopfen ist, und wobei der Schritt, in dem die Menge der rückgeführten Abgase eingestellt wird, einen Schritt enthält, in dem die Menge der rückgeführten Abgase erhöht wird, wenn irgendein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen liegt.
28. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei der Raum mit veränderlichen Grenzen einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich enthält, und wobei der Schritt, in dem die Menge der rückgeführten Abgase eingestellt wird, einen

Schritt enthält, in dem die Menge der rückgeführten Abgase dann, wenn irgendein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des zweiten Bereichs liegt, um einen Wert erhöht wird, der größer als jener Wert ist, wenn irgendein Teil des Ionisierungssignals innerhalb des ersten Bereichs und außerhalb des zweiten Bereichs liegt.

29. Verfahren zur Bestimmung eines Raums mit veränderlichen Grenzen und eines Ausgangspunkts für den Raum mit veränderlichen Grenzen, der dazu verwendet wird, um einen abnormen Verbrennungszustand fest zu stellen, wobei das Verfahren folgende Schritte enthält:

Empfangen einer Reihe von Ionisierungssignalen, die sich im Hinblick auf einen Motorparameter über einen Verbrennungsvorgang ändern, wobei die Reihe Ionisierungssignale besitzt, die normalen Verbrennungszuständen entsprechen, sowie Ionisierungssignale besitzt, die zumindest einem abnormen Verbrennungszustand entsprechen, um den Motor mit einem Abgasrückführ-Ventil zu betreiben, um Abgase rückzuführen, um einen gewünschten Pegel von NO_x -Emissionen zu erhalten; Einstellen des Ausgangspunkts und der Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen, so dass ausgewählte Teile der Ionisierungssignale, die dem zumindest einen abnormen Verbrennungszustand entsprechen, sicher in den Raum mit veränderlichen Grenzen fallen und Ionisierungssignale, die normalen Verbrennungszuständen entsprechen, sicher außerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen fallen.

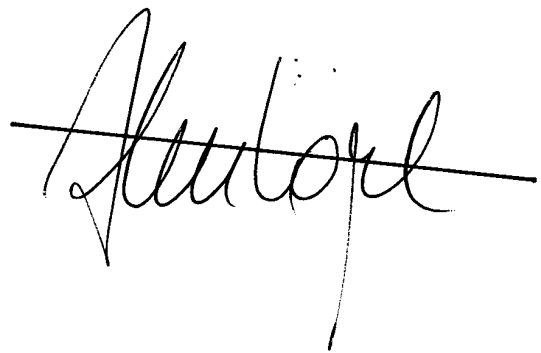
30. Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei der zumindest eine abnorme Verbrennungszustand eine Fehlzündung ist, und wobei der Schritt, in dem der Ausgangspunkt und die Größe eingestellt werden, einen Schritt enthält, in dem zumindest der Ausgangspunkt oder der Bereich so eingestellt werden, dass der ausgewählte Teil der Ionisierungssignale, der dem zumindest einen abnormen Verbrennungszustand entspricht, sicher im Raum mit veränderlichen Grenzen für ein ausgedehntes Intervall bleibt, das der Dauer des Raums mit veränderlichen Grenzen entspricht, und die Ionisierungssignale, die den normalen

Verbrennungszuständen entsprechen, sicher außerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen fallen.

31. Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei der zumindest eine abnorme Verbrennungsvorgang ein Klopfen ist, und wobei der ausgewählte Teil des Ionisierungssignals irgendein Teil des Ionisierungssignals ist, und wobei der Schritt, in dem zumindest der Ausgangspunkt oder der Bereich eingestellt werden, einen Schritt enthält, in dem zumindest der Ausgangspunkt oder die Größe so eingestellt werden, dass der ausgewählte Teil der Ionisierungssignale, die dem zumindest einen abnormen Verbrennungszustand entsprechen, sicher in den Raum mit veränderlichen Grenzen fällt und die Ionisierungssignale, die den normalen Verbrennungsvorgängen entsprechen, sicher außerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen fallen.
32. Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei der Raum mit veränderlichen Grenzen einen oberen Bereich und einen unteren Bereich besitzt, wobei das Klopfen ein beginnendes Klopfen ist, und wobei der Schritt, in dem zumindest der Ausgangspunkt oder die Größe eingestellt werden, einen Schritt enthält, in dem zumindest der Ausgangspunkt oder die Größe so eingestellt werden, dass der ausgewählte Teil der Ionisierungssignale, die dem zumindest einen abnormen Verbrennungszustand entsprechen, sicher in den unteren Bereich und außerhalb des oberen Bereichs fällt und Ionisierungssignale, die den normalen Verbrennungszuständen entsprechen, sicher außerhalb des Raums mit veränderlichen Grenzen fallen.
33. Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei der Raum mit veränderlichen Grenzen einen oberen Bereich und einen unteren Bereich besitzt, wobei das Klopfen ein schweres Klopfen ist, und wobei der Schritt, in dem zumindest der Ausgangspunkt oder der Bereich eingestellt werden, einen Schritt enthält, in dem zumindest der Ausgangspunkt oder der Bereich so eingestellt werden, dass der ausgewählte Teil der Ionisierungssignale, die dem zumindest einen abnormen Verbrennungszustand entsprechen, sicher in den

- oberen Bereich fällt und die Ionisierungssignale, die den normalen Verbrennungszuständen entsprechen, sicher außerhalb des oberen Bereichs fallen.
34. Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei der Raum mit veränderlichen Grenzen eine veränderliche Zelle ist.
35. Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei der Schritt, in dem der Ausgangspunkt und die Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen eingestellt werden, das Einstellen zumindest des Ausgangspunkts oder der Größe des Raums mit veränderlichen Grenzen als Funktion von Betriebszuständen des Motors aufweist, wobei die Betriebszustände des Motors zumindest eine Motordrehzahl oder eine Motorbelastung oder einen gewünschten Prozentsatz der Abgasrückführung aufweisen.
36. Verfahren zum Abtasten eines abnormen Verbrennungszustands eines Hubkolbenmotors mit einem Abgasrückführ-Ventil, um Abgase rückzuführen, um einen gewünschten Pegel von NO_x -Emissionen zu erhalten, wobei das Verfahren folgende Schritte enthält:
- Zuordnen eines Raums mit veränderlichen Grenzen zu einem Ionisierungssignal, so dass der Raum mit veränderlichen Grenzen einen Verlauf des Ionisierungssignals erfasst, der den abnormen Verbrennungszustand von einem normalen Verbrennungszustand für einen Motor unterscheidet;
- Abtasten der Änderung eines Ionisierungssignals im Hinblick auf einen Motorparameter über einen Verbrennungsvorgang;
- Abtasten, ob ein Teil des Ionisierungssignals in den Raum mit veränderlichen Grenzen fällt; und
- Einstellen der Menge von rückgeführten Abgasen, wenn der Teil des Ionisierungssignals in den Raum mit veränderlichen Grenzen fällt.
37. Verfahren gemäß Anspruch 36, wobei das Verfahren weiters einen Schritt enthält, in dem eine Anzeige geliefert wird, dass der abnorme Verbrennungszustand abgetastet wurde, wenn der Teil des Ionisierungssignals in den Raum mit veränderlichen Grenzen fällt.

38. Verfahren gemäß Anspruch 36, wobei der abnorme Motorzustand eine Fehlzündung ist, und wobei der Schritt, in dem der Verbrennungsparameter eingestellt wird, zumindest das Einstellen des Zündzeitpunkts oder das Herabsetzen der Menge von rückgeführten Abgasen enthält.
39. Verfahren gemäß Anspruch 36, wobei der abnorme Motorzustand ein Klopfen ist, und wobei der Schritt, in dem der Verbrennungsparameter eingestellt wird, zumindest das Verzögern des Zündzeitpunkts oder das Erhöhen der Menge von rückgeführten Abgasen enthält.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Autopel', with a horizontal line drawn through the middle of the letters.

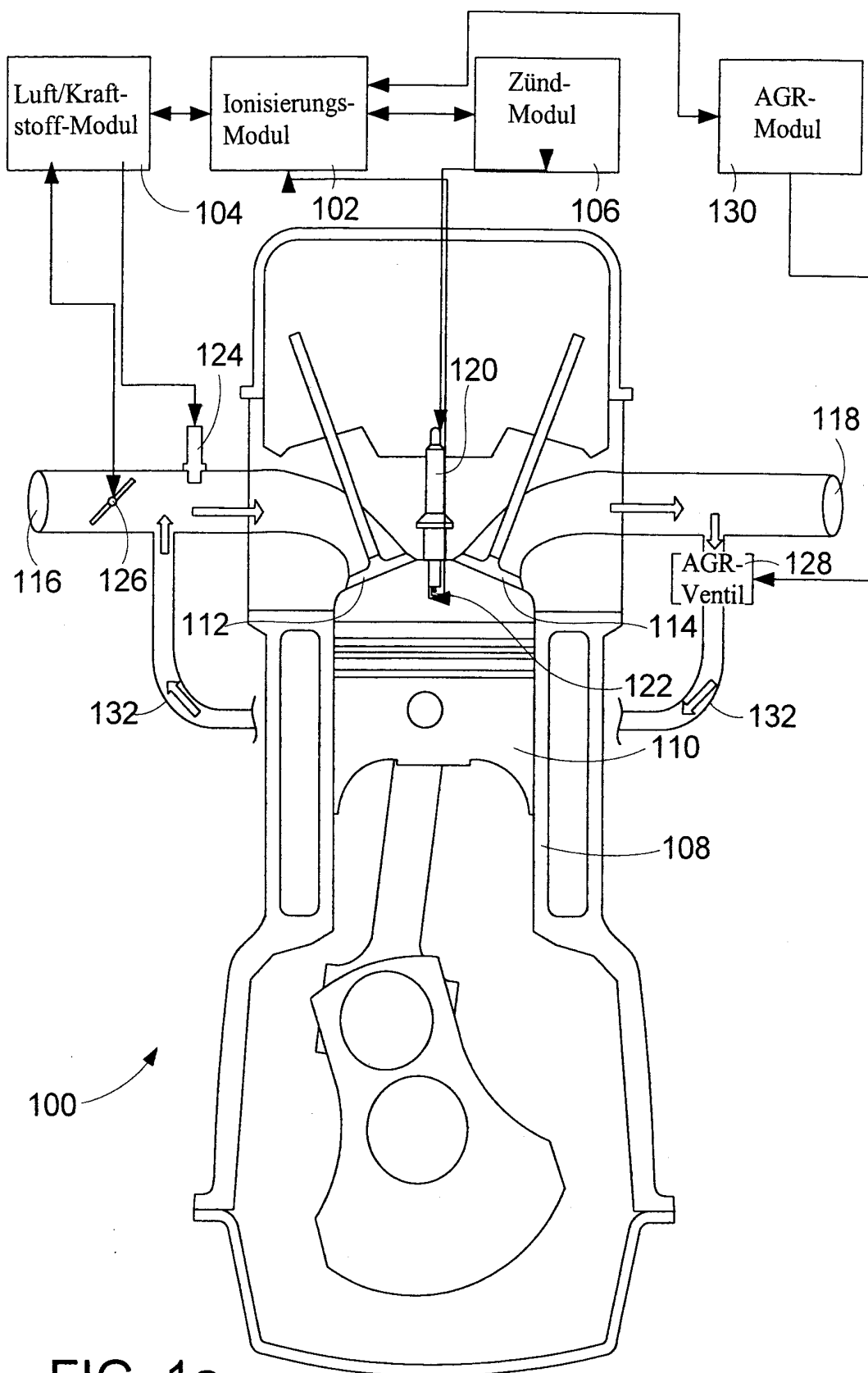


FIG. 1a

FIG. 1b

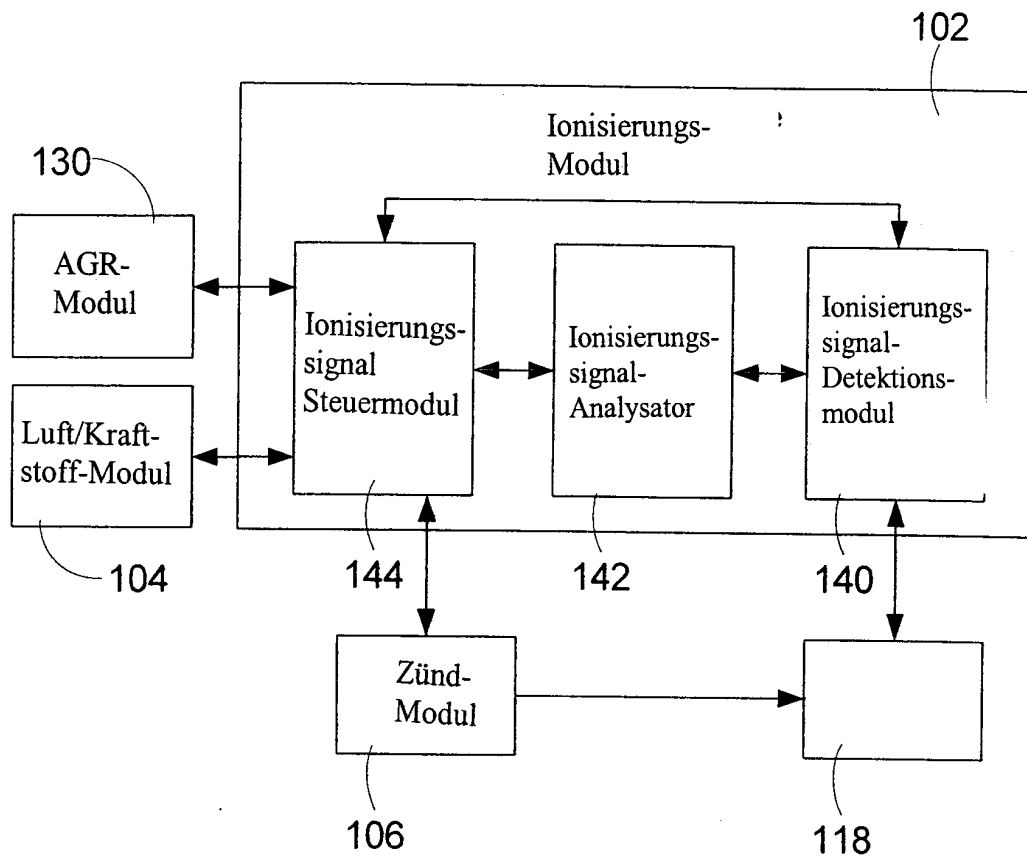


FIG. 2

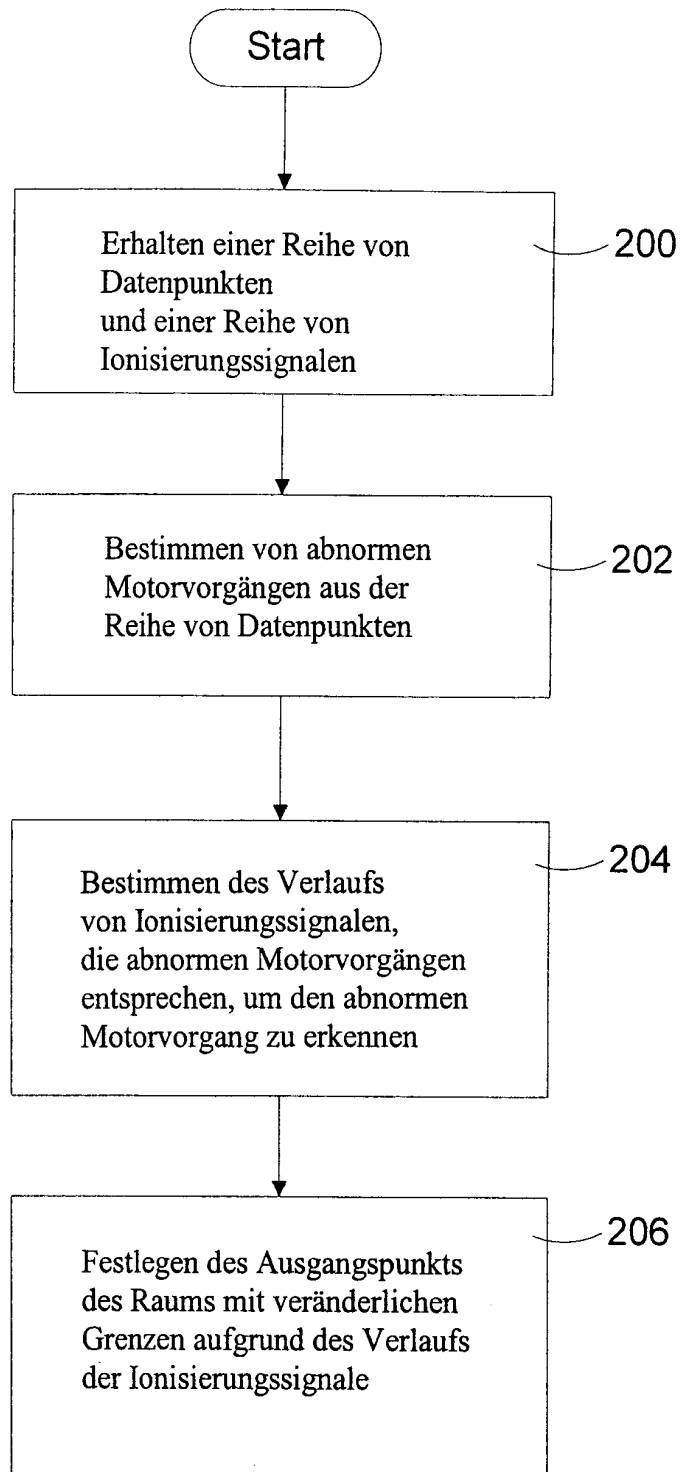


FIG. 3a

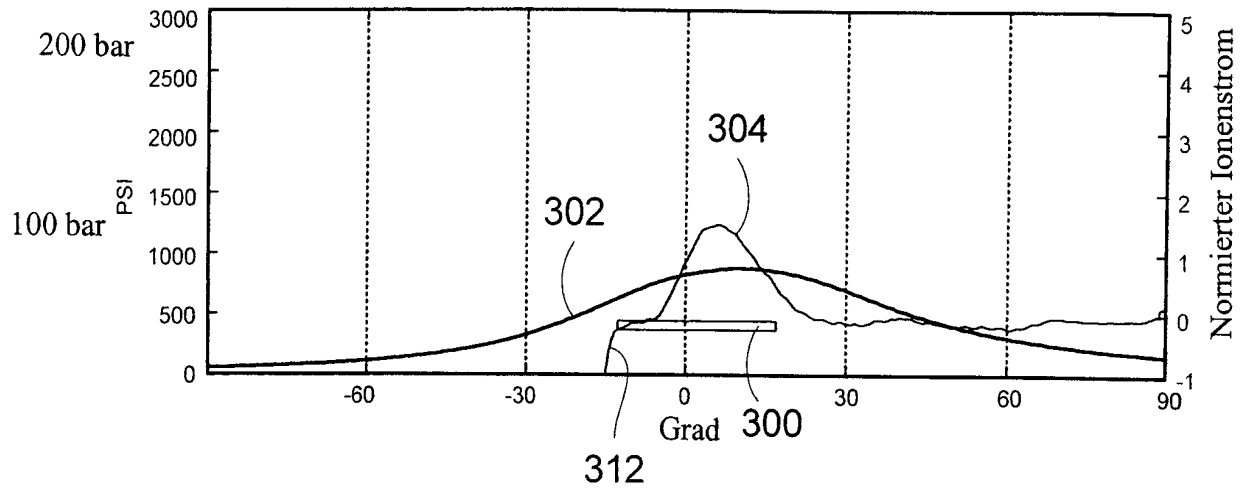


FIG. 3b

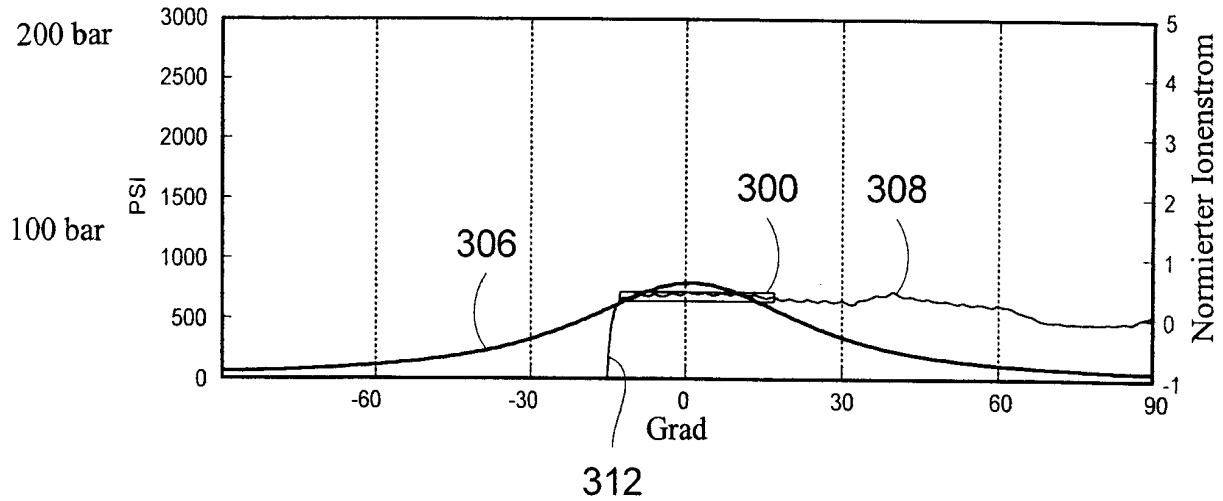
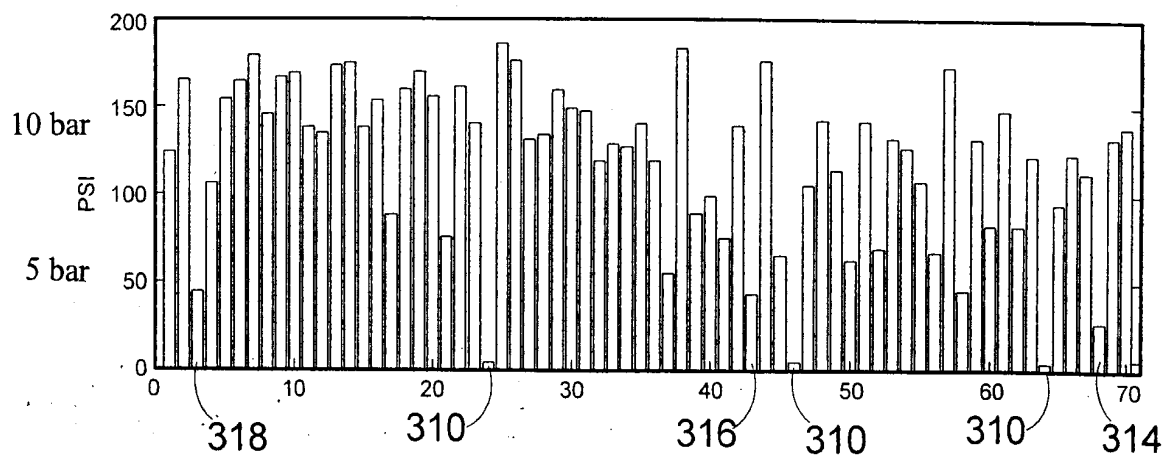


FIG. 3c



5/11

FIG. 4a

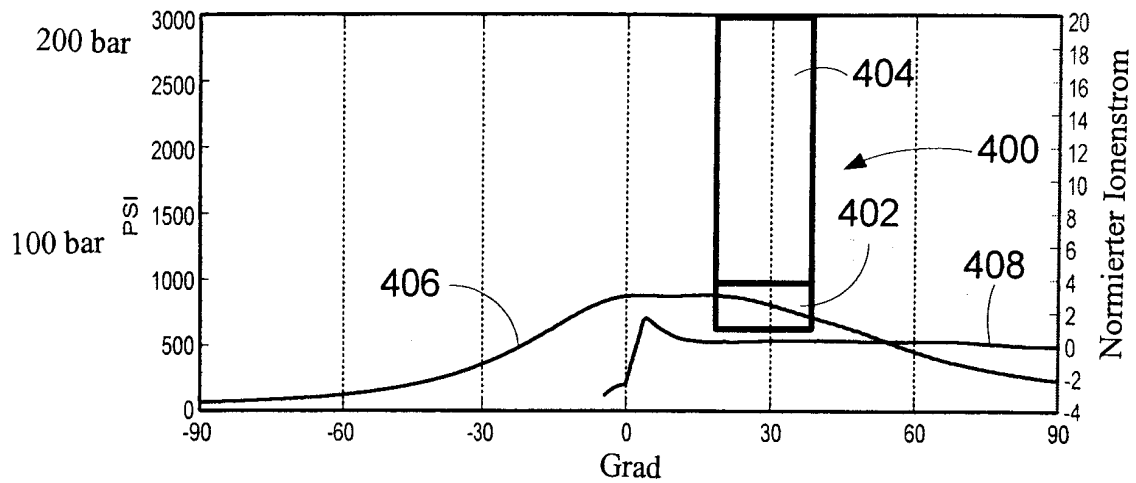
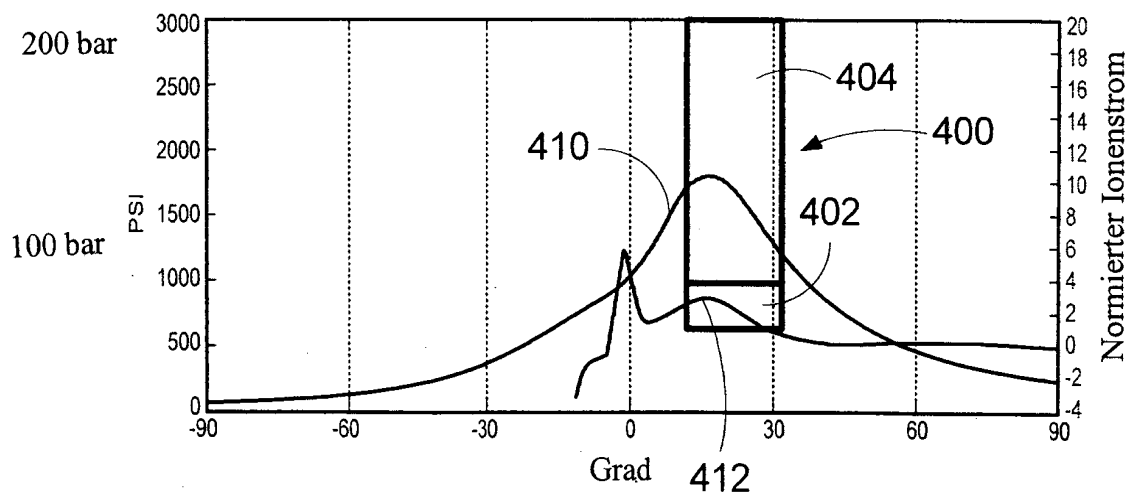


FIG. 4b



6/11

FIG. 4c

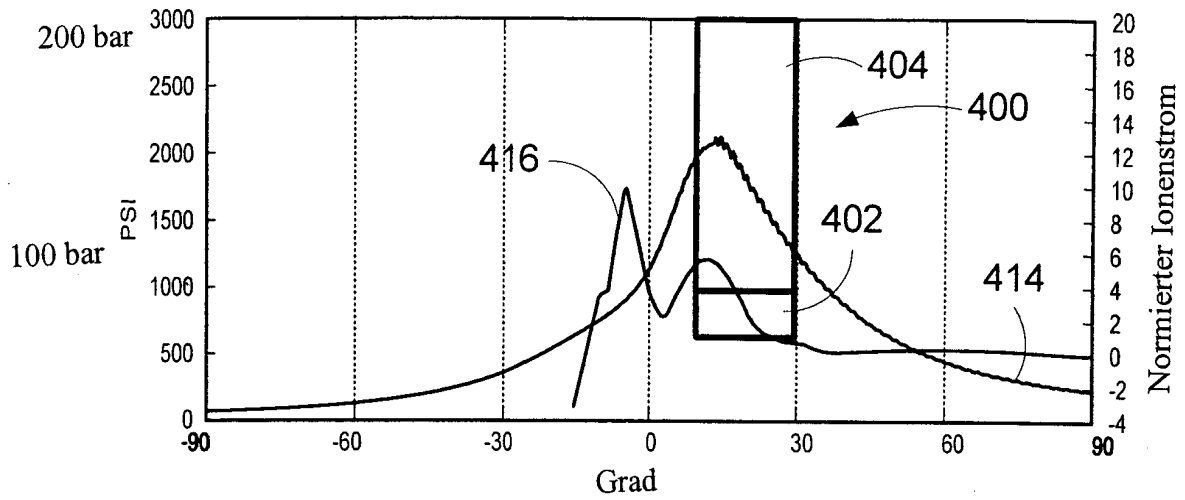
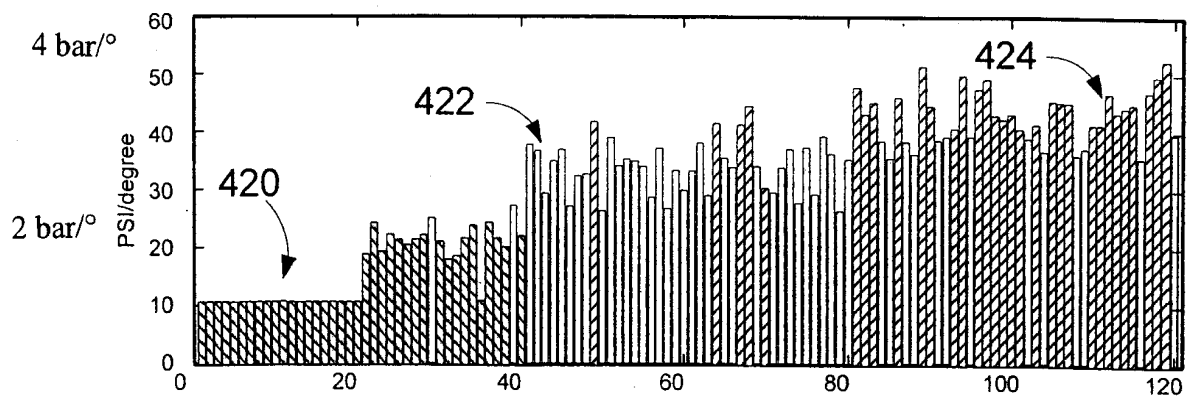


FIG. 4d



7/11

FIG. 5a

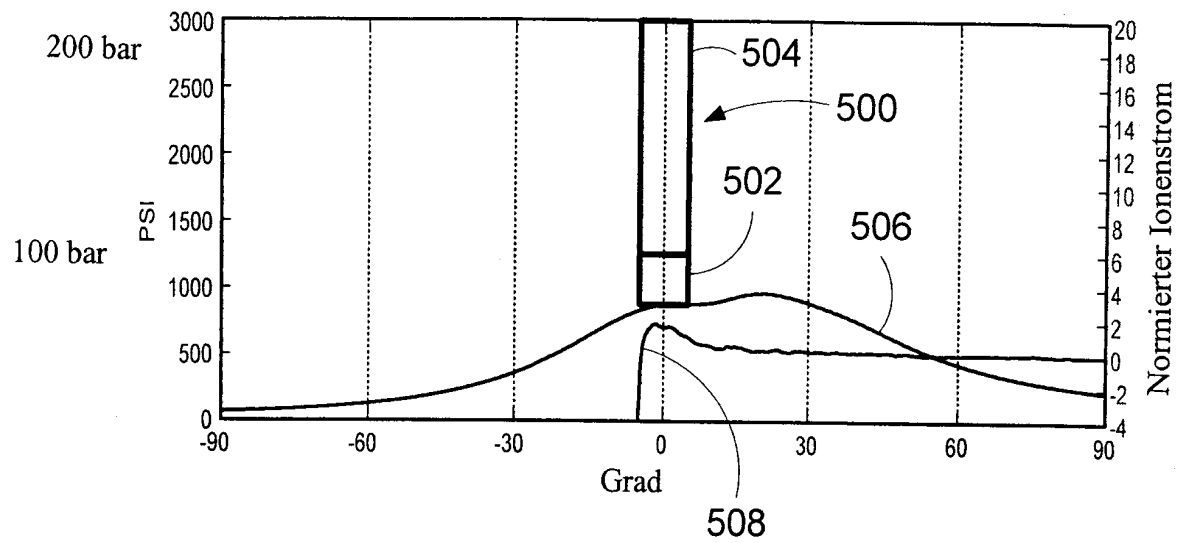
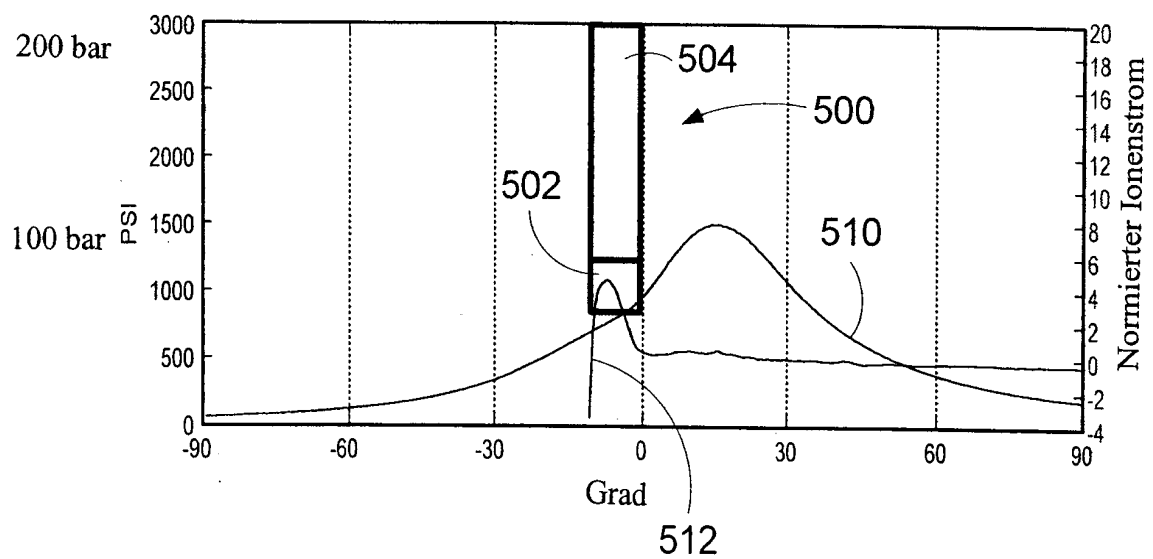


FIG. 5b



8/11

FIG. 5c

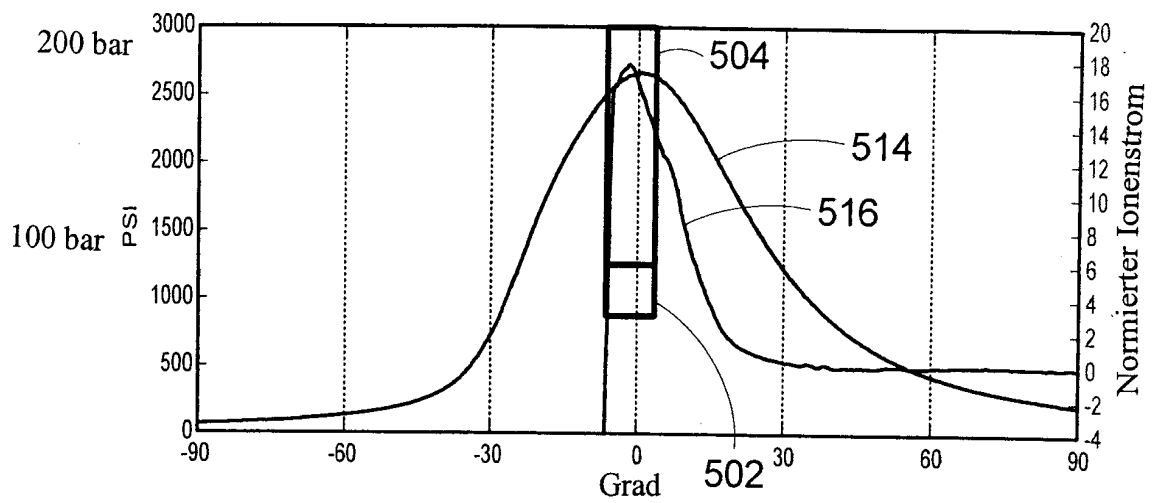


FIG. 5d

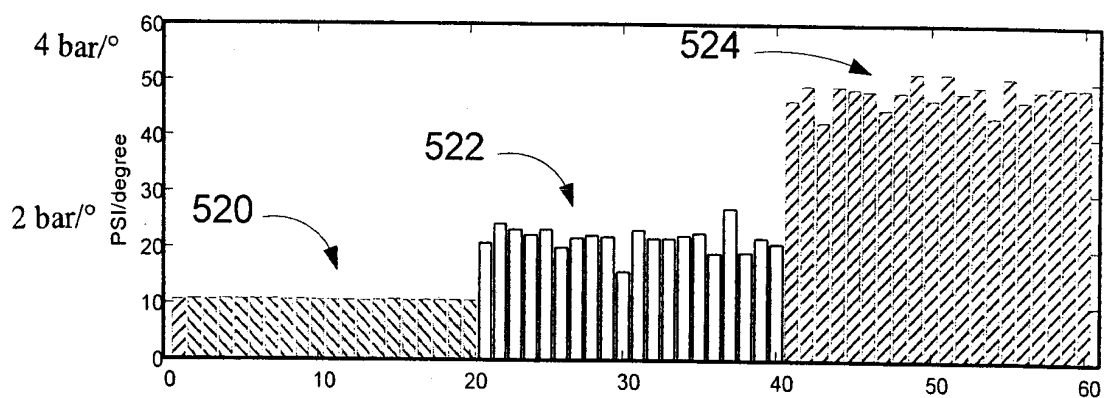
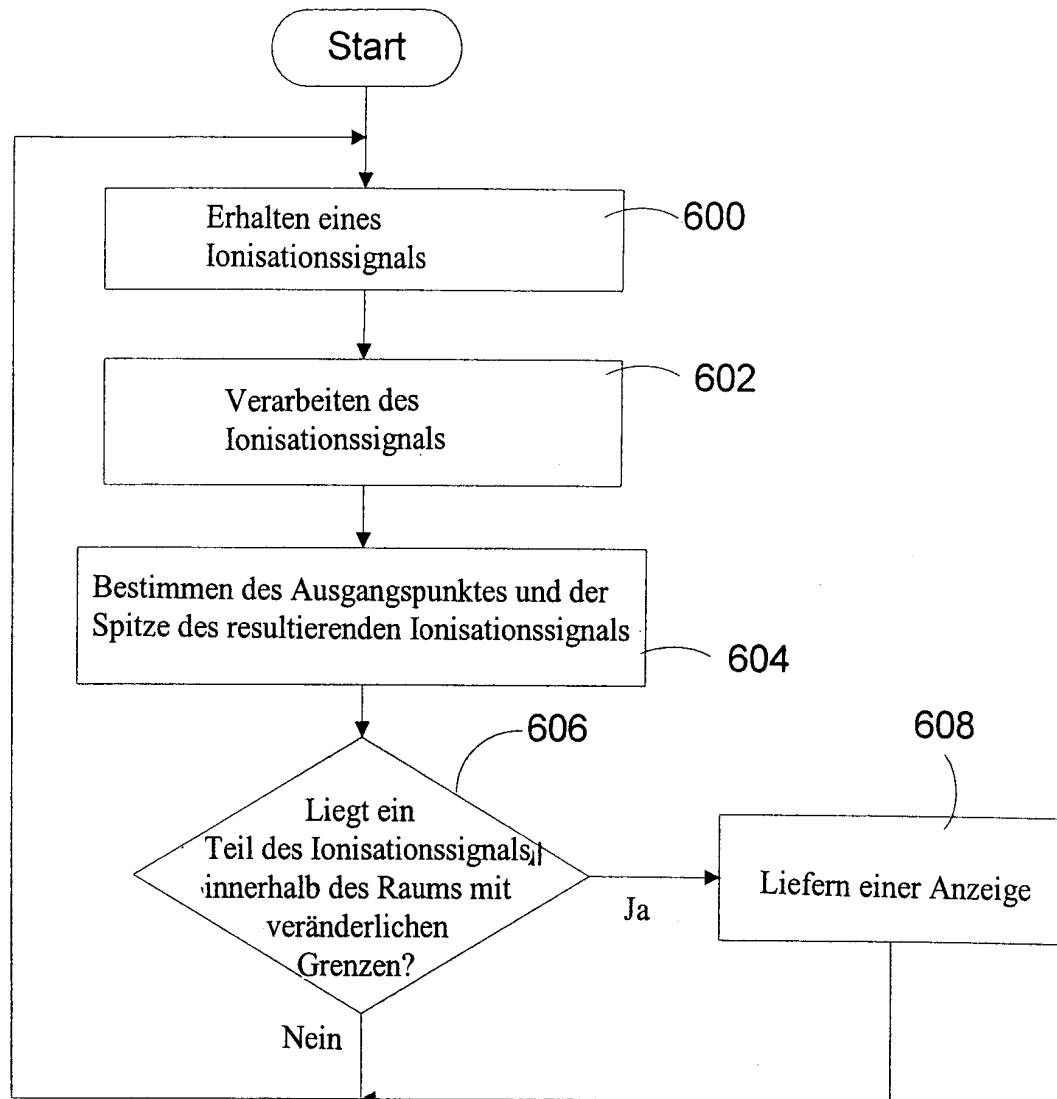
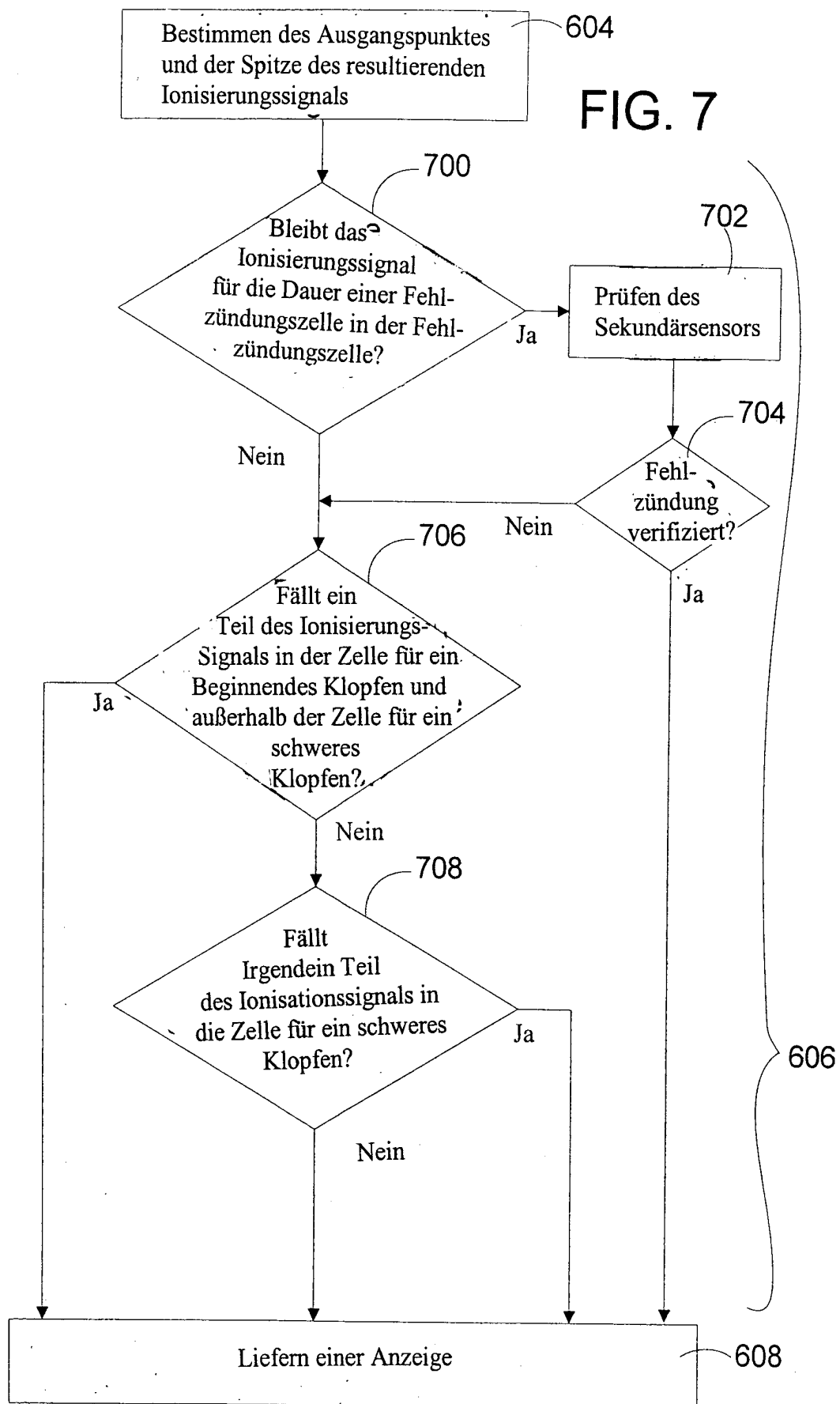


FIG. 6





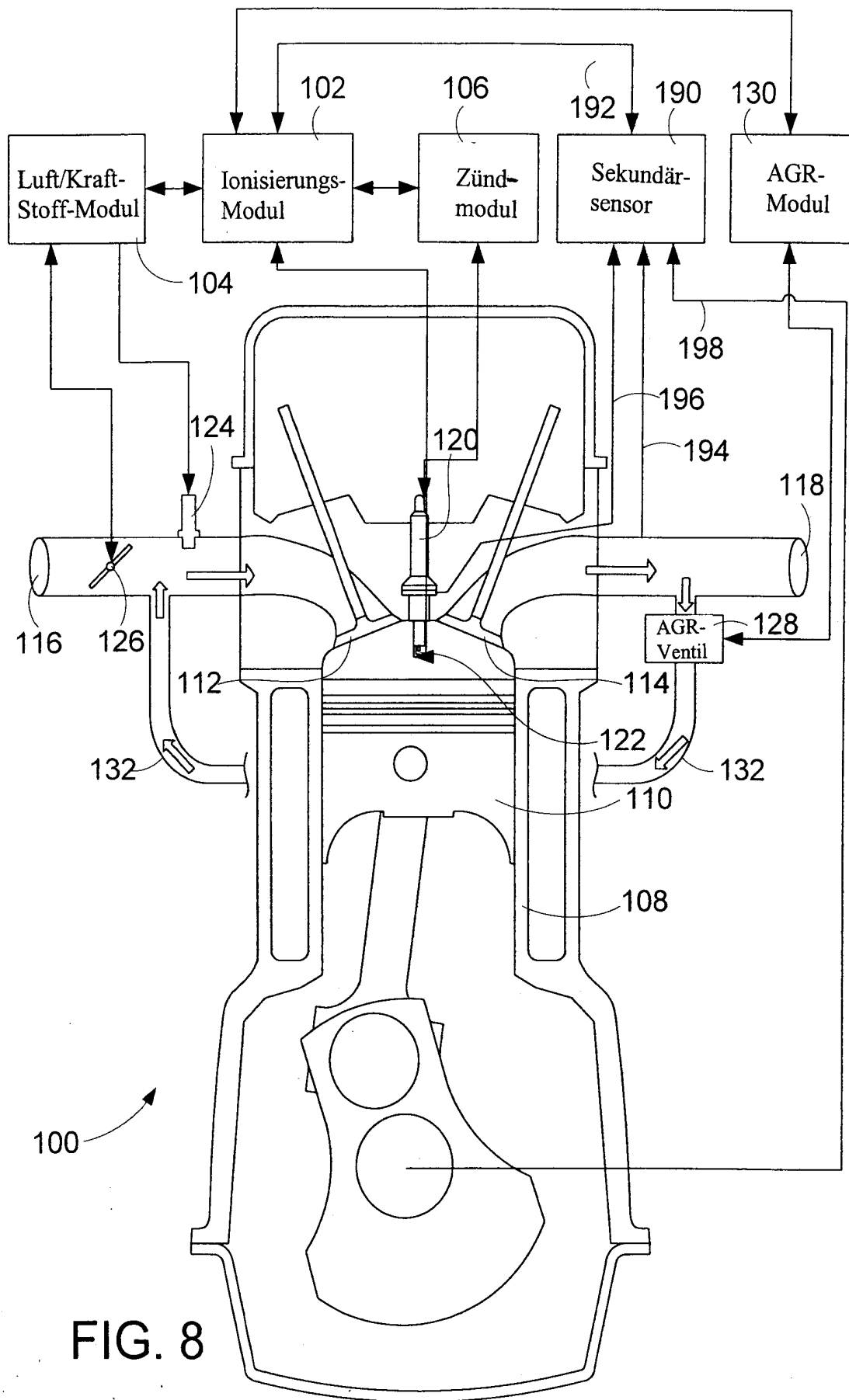


FIG. 8



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : F02D 21/08		
Recherchierter Prüfstoß (Klassifikation): F02D		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 11. Juli 2005 eingereichten Ansprüchen 1-39 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	EP 0115907 A2 (AUTOMOTIVE ENGINE ASSOCIATES) 15. August 1984 (15.08.1984) <i>Zusammenfassung, Fig. 11-13, Ansprüche 1, 3, 6, 8.</i>	1-39
	--	
A	US 6 328 016 B1 (TAKAHASHI, Y. et al.) 11. Dezember 2001 (11.12.2001) <i>Zusammenfassung, Fig. 1-2.</i>	1-39

Datum der Beendigung der Recherche: 12. Jänner 2006		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): Dipl.-Ing. KOVACS
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmel- gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmel- gegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		