



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 685888 A5

⑤① Int. Cl.⁶: G 01 N 27/417
F 02 D 41/14

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 3270/91

⑦③ Inhaber:
Tezet-Service AG, Bachenbülach

㉔ Anmeldungsdatum: 08.11.1991

⑦② Erfinder:
Leistritz, Klaus, Zurzach

㉔ Patent erteilt: 31.10.1995

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.10.1995

⑦④ Vertreter:
Patentanwälte Breiter + Wiedmer AG, Neftenbach

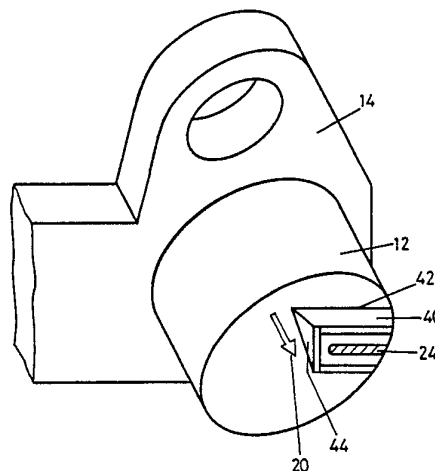
⑤④ Regelung des Luftverhältnisses eines Nicht-Ottomotors in einem heissen Abgasstrom und Sauerstoffsonde dazu.

⑤⑦ Das Verfahren zur Regelung des Luft-Treibstoffgemisches in einem Nicht-Ottomotor, mit wenigstens einem Zylinder dient dem optimalen Einsatz eines Katalysators (18) mit einer Sonde in einem heissen Abgasstrom (20) mit Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen. Die Messsignale der Sonde werden mit einer Elektronik in Steuersignale für Gemischaufbereitung und Zündung umgewandelt.

Der Sauerstoffgehalt des Abgasstroms (20) wird im Verbrennungsraum der Zylinder des Nicht-Ottomotors, nach dem Austrittsventil in den Zylinderköpfen oder in den Einzelrohren (12) gemessen, im Schutzbereich einer glatten, aerodynamischen Ablenkeinrichtung (40) mit einer resistiven keramischen Sauerstoffsonde (24) einer Wärmebeständigkeit bis etwa 1300°C und einer Einstellzeit im Millisekundenbereich ohne Vergleichsatmosphäre gemessen.

Die Sauerstoffsonde (24) hat eine vom Sauerstoffpartialdruck abhängige, spezifische elektrische Leitfähigkeit. Sie ist als dünne Diffusionsschicht (32) aus einem halbleitenden Titanat auf einem kleinen Keramikträger (30) angeordnet.

Nicht-Ottomotoren sind beispielsweise Diesel-, Erdgas-, Methanol- oder Äthanolmotoren.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung des Luft-Treibstoffgemisches in einem Nicht-Ottomotor, mit wenigstens einem Zylinder, zum optimalen Einsatz eines Katalysators mit einer Sonde, welche der Bestimmung des Luftverhältnisses in einem Abgasstrom mit Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen dient, wobei die Messsignale der Sonde mit einer Elektronik in Steuersignale für Zündung und Gemischaufbereitung umgewandelt werden. Weiter bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein selbstzündender oder ein Motor mit einem Fremdzünder, z.B. ein Automobilmotor, Schiffsmotor oder ein stationärer Motor, erzeugt im wesentlichen Kohlendioxid, aber auch Kohlenmonoxid, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe, welche an die Umgebung abgegeben werden. Während es sich beim Kohlenmonoxid und bei den Stickoxiden um chemisch definierte Verbindungen handelt, umfassen die Kohlenwasserstoffe eine grosse Anzahl von Verbindungen.

Insbesondere bei Automobilmotoren werden heute zunehmend strenge Abgasnormen aufgestellt, welche nur geringe Restmengen an den erwähnten schädlichen Gasen zulassen. Bei der Abgasreinigungstechnologie von mit Benzin betriebenen Ottomotoren spielen über eine Lambda-Sonde gesteuerte Katalysatoren eine zentrale Rolle, insbesondere Dreiwege-Katalysatoren, länderspezifisch jedoch auch Oxidations- und/oder Doppelbett-Katalysatoren. In einer Reihe von chemischen Reaktionen werden beispielsweise im Dreiwege-Katalysator die schädlichen Abgaskomponenten, insbesondere auch die heterogenen Kohlenwasserstoffe, mit einem Wirkungsgrad von etwa 90% zu Wasser, Kohlendioxid, Stickstoff und Wasserstoff umgesetzt.

Die gleichzeitige Reaktion der schädlichen Abgase Kohlenmonoxid, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe setzt voraus, dass ein Verhältnis des Luft-Treibstoffgemisches um den stöchiometrischen Wert $\lambda = 1$ in engen Grenzen eingehalten wird. Lambda wird auch als Luftverhältnis bezeichnet:

$$\lambda = \frac{\text{zugeführte Luftmenge}}{\text{theoretischer Luftbedarf}}$$

Bei $\lambda < 1$ spricht man von einem fetten, bei $\lambda > 1$ von einem mageren Gemisch.

Eine Lambda-Sonde gibt ein Spannungssignal an eine elektronische Steuerung ab, die ihrerseits einem Gemischbildner signalisiert, ob das Gemisch angefettet oder abgemagert werden soll. Die Änderung des Luft-Treibstoffgemisches darf jedoch nicht sprunghaft erfolgen, ein Integrator ändert die Gemischzusammensetzung und allenfalls den Zündzeitpunkt langsam über eine Zeitfunktion. So schwankt das Luft-Treibstoffgemisch auch im optimalen Betrieb ständig wenige Prozent um $\lambda = 1$.

Nach dem heutigen Stand der Technik sind Lambda-Sonden etwa 1 m strömungsabwärts hinter dem Auspuffkrümmer, bei mehrzylindrigen Motoren im Sammelrohr, in Strömungsrichtung der Abgase vor dem Katalysator, angeordnet.

Eine Lambda-Sonde arbeitet nach dem Prinzip einer galvanischen Sauerstoffkonzentrationszelle mit einem Festkörperelektrolyten aus Zirkondioxid, das mit Yttriumoxid stabilisiert ist. Der Festkörperelektrolyt ist mit einem Metallgestrick – auch Metallkorb genannt – geschützt, das die Wucht des heissen Abgasstroms dämpft. Die Aussenfläche des Festkörperelektrolyten wird vom Abgas umspült, während der innere offene Raum mit der Aussenluft als Referenzgas in Verbindung steht.

Trotz ihrer offensichtlichen Vorteile weist eine Lambda-Sonde auch Nachteile auf:

- Sie arbeitet erst ab Temperaturen von etwa 400°C. Während der kritischen Zeit bis zur Erwärmung des Katalysators wird das Luft-Treibstoffgemisch nicht geregelt oder die Lambda-Sonde muss vorgeheizt werden.

- Die maximale Dauerbetriebstemperatur liegt bei etwa 800°C. Die Sonde muss in Strömungsrichtung relativ weit hinten, in einem kühleren Bereich im Sammelrohr, angebracht werden.

- Die Lambda-Sonde hat eine Ansprechzeit von 50 bis 100 msec, was zusammen mit der langen Totzeit des Abgases bis zum Erreichen der Sonde eine für hochtourig drehende Motoren sehr lange Reaktionszeit ergibt.

- Die mit einem Metallgestrick bzw. einem Metallkorb versehene Lambda-Sonde hat einen hohen Wirkungsquerschnitt und stört deshalb den Abgasstrom stark.

In der CH-A 5 666 724 wird eine Lambda-Sonde beschrieben, welche einen aus dem Abgasstrom zurückgezogenen Festkörperelektrolyten hat. Die auf einer rohrförmigen Halterung aufgesetzte Lambda-Sonde wird wohl weniger rasch überhitzt und stört den Abgasstrom nicht, durch die Rückversetzung wird sie jedoch in bezug auf die Reaktionszeit noch träger, der ungehindert durchfliessende Abgasstrom umspült den Festkörperelektrolyten nicht mehr direkt, sondern erst nach dem Durchtritt eines abgezweigten Teilstroms durch eine verhältnismässig kleine Öffnung.

Die DE, C1 3 743 295 soll vermeiden, dass beim Kaltstart auf eine beheizte Lambda-Sonde auftretende Flüssigkeitströpfchen die Sondenkeramik zerstören können. Auch soll die Repräsentanz der von der Lambda-Sonde abgegebenen Signale verbessert werden. Dazu wird stromauf der Lambda-Sonde ein

Gasablenkblech derart angeordnet, dass die Lambda-Sonde im Strömungsschatten liegt. Die mit einem verhältnismässig grossen Korb geschützte Lambda-Sonde an sich bekannter Bauart ist im Sammelrohr der Auspuffanlage angeordnet und erfasst einen Teil des gesamten Abgasstromes aller Zylinder in einem Bereich mit schon verhältnismässig niedriger Gastemperatur.

5 In der WO, A 91/17434 der Anmelderin werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung des Luft-Treibstoffgemisches in einem Ottomotor mit wenigstens einem Zylinder, insbesondere in einem Automobilmotor beschrieben. Eine Sonde in einem heissen Abgasstrom mit Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen gibt Messsignale ab, welche mit einer Elektronik in Steuersignale für Gemisch-

10 aufbereitung und Zündsignale umgewandelt werden. Der Sauerstoffgehalt des Abgasstroms wird im Verbrennungsraum der Zylinder, nach dem Austrittsventil in den Zylinderköpfen oder in den Einzelrohren gemessen, im Schutzbereich einer glatten, aerodynamischen Ablenkeinrichtung mit einer resistiven keramischen Sauerstoffsonde einer Wärmebeständigkeit bis etwa 1300°C und einer Einstellzeit im Millisekundenbereich ohne Vergleichsatmosphäre gemessen. Die Sauerstoffsonde hat eine vom Sauerstoffpartialdruck abhängige, spezifische elektrische Leitfähigkeit. Sie ist als dünne Diffusionsschicht, die Sensorschicht, aus einem halbleitenden Titanat auf einem kleinen Keramikträger angeordnet.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung zu schaffen, welche eine selektivere Motorsteuerung mit wesentlich schneller als die bisher üblich ansprechenden Sonden und zugeordneter Steuerelektronik erlauben und im Äquivalenzbereich der WO, A 91/17434 liegende Nicht-Ottomotoren explizit mitschützen.

20 In bezug auf das Verfahren wird die Aufgabe erfindungsgemäss nach dem Kennzeichen von Patentanspruch 1 gelöst. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

Nicht-Ottomotoren sind beispielsweise selbstzündende Motoren, wie Dieselmotoren.

Die im zylinderselektiven Abgasstrom angeordnete Ablenkeinrichtung erfüllt gleichzeitig mehrere Funktionen:

25 – Sie bildet einen Hitzeschild für die Sauerstoffsonde, welcher vor der direkten Einwirkung der explosionsartig erzeugten und mit hoher Geschwindigkeit abfliessenden Abgase sehr hoher Temperatur schützt. Die in bezug auf die Strömungsrichtung der Abgase stromab wenigstens teilweise offene Ablenkeinrichtung gewährleistet jedoch, dass die Sonde stets direkt und unvermischt von einem Teil des

30 Abgasstroms umspült ist. Mit einer in einer vollständig oder weitgehend geschlossenen Ablenkeinrichtung angeordneten Sauerstoffsonde würde der Vorteil einer schnellen Ansprechzeit wenigstens teilweise wieder aufgehoben, ähnlich wie mit einer Anordnung der Sonde gemäss der CH-A 5 666 724.

– Die metallische Ablenkeinrichtung entzieht dem im Abgasstrom gelegenen Schutzbereich für die Sauerstoffsonde Wärme und leitet diese nach aussen ab. Dadurch wird der Hitzeschutz weiter verbessert.

35 – Der Abgasstrom wird dank der kleinen Dimensionen der Sonde durch die klein ausgebildete, glatte, aerodynamische Ablenkeinrichtung auch in Einzelrohren nur unwesentlich gestört und beeinträchtigt daher den Wirkungsgrad des Motors nicht oder nur unmerklich.

Eine übliche Lambda-Sonde mit notwendigem Schutzkorb könnte aus rein geometrischen Gründen nicht in einem Einzelrohr angeordnet werden und würde trotz Ablenklech die hohen Temperaturen des erfindungsgemässen Verfahrens niemals aushalten.

40 Vorzugsweise wird der Sauerstoffgehalt erfindungsgemäss mit einer Einstellzeit von 1 bis 20 msec, vorzugsweise 3 bis 15 msec, gemessen. Mit einer Ansprechzeit der resistiven Sauerstoffsonde von wenigen Millisekunden kann selbst bei hochtourigen Motoren, beispielsweise von 6000 Umdrehungen pro Minute, das Luft-Treibstoffgemisch jedes einzelnen Kolbenhubes gemessen und eingestellt werden. Für

45 dynamische Fahrsituationen, insbesondere bei der Beschleunigung, kann mit nachgeschaltetem Katalysator der Treibstoffverbrauch und damit die Emission von schädlichen Abgasen auf ein Minimum beschränkt werden. Dies ist in erster Linie in der Kaltstartphase von grosser Bedeutung, während welcher eine kurze Ansprechzeit wesentlich ist.

50 Die hohe Wärmebeständigkeit des ohne Vergleichsatmosphäre arbeitenden Sauerstoffsensors erlaubt im Zusammenwirken mit der glatten, aerodynamischen Ablenkvorrichtung, dass der Sauerstoffgehalt im Verbrennungsraum der Zylinder, nach dem Austrittsventil in den Zylinderköpfen oder in den Einzelrohren des Auspuffsystems gemessen werden kann. Von besonderem praktischem Interesse ist die Messung des Sauerstoffverhältnisses unmittelbar nach der Eintrittsöffnung eines Einzelrohrs der Auspuffanlage. Erst diese, ausserhalb des Wirkungsbereichs von herkömmlichen Lambda-Sonden liegenden

55 Messpositionen erlauben eine zylinderselektive Steuerung, also die Optimierung der Verbrennung in jeden Zylinder.

Der Vollständigkeit halber sei nochmals erwähnt, dass der Sauerstoffgehalt des Abgasstroms mit klassischen Lambda-Sonden nur im Sammelrohr der Auspuffanlage gemessen werden kann.

60 In der Regel ist dank der Ablenkeinrichtung selbst an sehr heissen Stellen des Motors eine Wärmebeständigkeit der Sauerstoffsonde bis etwa 1300°C ausreichend. Im erwähnten bevorzugten Messbereich für den Sauerstoffgehalt, dem Eintrittsbereich in die Einzelrohre, liegt die Temperatur in der Regel bei 900 bis 1100°C.

65 Obwohl resistive keramische Sauerstoffsonden schon bei einer Temperatur von 20°C reagieren, ist eine Anordnung in heissen bis sehr heissen Abgasen vorteilhaft, weil dann die Totzeit nach der Zün-

dung der Gase bis zum Erreichen der Sauerstoffsonde durch die Abgase am geringsten ist und die zur Regelung des Luft-Treibstoffgemisches optimale Dauertemperatur der Sauerstoffsonde für die Einstellung des Sauerstoffgehalts rasch erreicht wird.

Zur weiteren Vereinfachung des Messverfahrens trägt bei, dass eine resistive, ohne Vergleichsatmosphäre arbeitende Sauerstoffsonde neben hohen Temperaturen auch hohen Drücken widersteht, ohne dass die schnelle Ansprechzeit im Millisekundenbereich beeinflusst wird.

Die Restsauerstoffmenge von Dieselmotoren, wie Automotoren, Schiffsmotoren oder stationären Motoren, wird mit der Sonde erfasst bzw. gemessen, um eine Reduktion der im Motor erzeugten hohen Menge an Stickoxidabgasen zu ermöglichen. Die Sonde ist auch für eine Ladedruckregelung (Beschleunigung, Turbo-Auflader usw.) von Bedeutung.

Weiter dient die erfindungsgemässe Sonde der optimalen Lambda-Regelung in Magermotoren, in welchen die gegenwärtig als ideal bekannten Lambda-Werte von 1,4 auf wenigstens 1,6 angehoben werden.

In bezug auf die Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäss nach dem Kennzeichen von Patentanspruch 4 gelöst. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

Die Diffusionsschicht, der Sauerstoffsensor, haben vorzugsweise eine flächige Ausdehnung von 0,5 bis 10 mm² und eine Dicke von 1 bis 20 µm, insbesondere 5 bis 10 µm. Der Auftrag erfolgt vorzugsweise mittels Dünn- oder Dickfilntechnologie.

Eine Diffusionsschicht mit kleinen Dimensionen, welche an sich bekannt ist und auf dem Markt angeboten wird, ist aus mehreren Gründen von wesentlicher Bedeutung:

- Die Sensoreinstellzeit ist abhängig von der Schichtdicke, sie ist umso kürzer, je dünner die Schicht ist.

- Das Strömungsverhalten der Abgase soll durch die Sauerstoffsonde möglichst wenig gestört werden. Dies kann mittels einer Ablenkfläche umso besser realisiert werden, je kleiner der zu schützende Sensor ist. Je näher die Sauerstoffsonde beim Verbrennungsraum angeordnet ist, desto wichtiger sind Strömungsoptimierungen und damit eine wirksame erfindungsgemässe Kombination von Ablenkfläche und Sauerstoffsonde zur Erzeugung einer homogenen Umströmung.

- Kleinere Sauerstoffsonden und damit kleinere Ablenkflächen verursachen weniger Herstellungs- und Montagekosten.

Die proportional zum Partialdruck sauerstoffabsorbierende Diffusionsschicht besteht bevorzugt aus Calcium-, Strontium- oder Bariumtitanat mit an sich bekannten Dotiermaterialien. Das Leitfähigkeitsverhalten in Funktion des Sauerstoffpartialdruck ergibt sich aus einer Konzentrationsänderung atomarer Fehlstellen. Diese elektrische Leitfähigkeit erfordert wegen ihrer direkten Abhängigkeit vom Sauerstoffpartialdruck keine Vergleichsatmosphäre.

Neu eingebaute oder ausgewechselte Sauerstoffsonden haben vorteilhaft eine sauerstoffabsorbierende Diffusionsschicht, welche die im Abgasstrom vorhandenen Verunreinigungen bereits enthält. Damit besteht von allem Anfang an ein Gleichgewicht, was auch bei einer Neubestückung sofort eine optimale Einstellung des Sauerstoffgehalts erlaubt.

Die Sauerstoffsonde und die Ablenkfläche sind vorteilhaft als gemeinsames Einbaumodul ausgestaltet, das fest installiert oder bevorzugt auswechselbar ist.

Die Ablenkfläche wird aus einem hitzebeständigen und korrosionsfesten Material, das auch abriebfest ist, gebildet, vorzugsweise aus einem metallischen und/oder keramischen Werkstoff, welcher zur Verminderung des Strömungswiderstandes glatt und aerodynamisch geformt ausgebildet ist. Ein z.B. die Ablenkfläche bildendes metallisches, zweckmässig aus einem wärmeleitenden Stahl oder einer Kupferlegierung bestehendes Ablenkblech ist vorzugsweise wärmeleitend mit einem Zylinder, einem Zylinderkopf oder einem Einzelrohr der Auspuffanlage verbunden.

Der Windschatten kann durch mannigfaltige Ausgestaltung der Ablenkfläche variiert werden. Diese kann an die Wandung angelenkt sein und so die glatte aerodynamische Ablenkeinrichtung bilden. Nach weiteren Varianten ist die Wandung nicht Bestandteil der Ablenkeinrichtung, diese ist vorzugsweise als Satteldach, Spitzhut, Halb- bis Dreiviertelkugel oder dgl. ausgebildet.

Die wesentlichsten Vorteile der Erfindung liegen – kurz nochmals zusammengefasst – darin, dass

- eine von einer glatten, aerodynamischen Ablenkeinrichtung geschützte Sauerstoffsonde mit hoher Wärmebeständigkeit und einer Ansprechzeit im Millisekundenbereich eine zylinderselektive Steuerung erlaubt,

- ohne Vergleichsatmosphäre gemessen werden kann, und

- die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens verbessert wird.

Die glatte, aerodynamische Ablenkeinrichtung, mit oder ohne Sauerstoffsonde, kann vormontiert oder nachgerüstet werden.

Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen, welche auch Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Auspuffanlage,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer Sauerstoffsonde,

Fig. 3 ein aufgeschnittenes Einzelrohr mit einer geschützten Sonde,

Fig. 4 eine aufgeschnittene Seitenansicht von Fig. 3,
 Fig. 5 eine aufgeschnittene Draufsicht auf Fig. 3, und
 Fig. 6–9 Varianten von glatten, aerodynamischen Ablenkvorrichtungen mit einer Sauerstoffsonde.

5 Eine in Fig. 1 dargestellte Auspuffanlage 10 umfasst vier Einzelrohre 12, welche an einen Motorflansch 14 eines Diesel- oder Magermotors befestigt sind. Die Einzelrohre 12 vereinigen sich zu einem Auspuffkrümmer 16, einem Sammelrohr.

Der Auspuffkrümmer 16 mündet in einen Dreibeige-Katalysator 18, welcher mit einem Wirkungsgrad von etwa 90% mit den im heissen Abgasstrom 20, mit einem Pfeil dargestellt, wegen nicht stöchiometrischer Verbrennung entstandenen Anteilen von Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen zu unschädlichen Gasen reagiert.

10 Eine Lambda-Sonde 22 üblicher Bauart wäre im Bereich vor dem Dreibeige-Katalysator 18 angeordnet, wo die Temperatur des Abgasstroms auf wenigstens etwa 800°C, in der Regel etwa 600°C gesunken ist.

15 Die Auspuffanlage gemäss Fig. 1 enthält jedoch keine übliche Lambda-Sonde 22, sondern vier, wie in den Fig. 3 bis 9 im Detail gezeigt, durch eine glatte, aerodynamische Ablenkvorrichtung geschützte, resistive keramische Sauerstoffsonden 24 mit hoher Wärmebeständigkeit und zylinder spezifischer Einstellzeit von etwa 5 msec.

20 Lambda-Sonden 22 üblicher Bauart wären im Bereich der Einzelrohre 12, insbesondere benachbart dem Motorflansch 14, nicht mehr funktionsfähig und würden wegen zu hoher Temperatur zerstört, wenn man sie aus geometrischen Gründen überhaupt einbauen könnte.

Von jedem der vier Sauerstoffsonden 24 führt ein elektrischer Leiter 26 zur Elektronik bzw. elektronischen Schaltung 28, wo die Messsignale in Steuersignale für die nicht dargestellten Gemischaufbereitung und Zündung umgewandelt werden.

25 Eine Sauerstoffsonde 24 wird in Fig. 2 im Detail gezeigt. Auf einem Keramikträger 30 der Abmessungen ab $5 \times 4 \times 0,8$ mm ist eine dünne Diffusionsschicht 32 aus Strontiumtitanat, der Sauerstoffsensor, aufgetragen. Diese im vorliegenden Fall mit Hilfe der Dickfilmttechnologie, insbesondere einer Siebdrucktechnik, hergestellte Diffusionsschicht hat eine Oberfläche von etwa 6 bis 8 mm² und eine – übertrieben stark gezeichnete – Dicke von etwa 8 bis 10 µm. Ein auf den z.B. aus einem Aluminiumoxidsubstrat bestehenden Keramikträger 30 aufgetragenes, feinkörniges Titankeramikpulver wird eingebrannt. Die elektrische Kontaktierung mit der Diffusionsschicht 32 erfolgt über eine dünne Edelmetallbeschichtung, welche vorgängig ebenfalls mittels Siebdrucks aufgebracht wird.

Für die Herstellung einer dünneren Diffusionsschicht 32 kann auch eine an sich bekannte Dünnschichttechnologie angewandt werden.

35 Der Betriebsstrom der Sauerstoffsonde 24 wird über elektrische Kontakte durch die ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit des Sauerstoffpartialdrucks wechselnde Diffusionsschicht geleitet. Der Betriebsstrom ist bevorzugt ein Gleichstrom. Bei einem fremdgezündeten Automotor kann die übliche Fahrzeugbatterie ohne Umwandlungseinheiten als Stromquelle verwendet werden.

40 Unterhalb des Keramikträgers 30 sind nur ansatzweise gezeigte, mäanderförmig geführte Heizschicht 36 und Temperatursensor 38 ersichtlich. Mit einer vorzugsweise ebenfalls von einer allfälligen Fahrzeugbatterie bezogenen Heizleistung von bis zu 5W kann die Diffusionsschicht 32 durch elektrische Widerstandsheizung auf eine Temperatur von etwa 600°C erwärmt werden. Wie bereits erwähnt, ist dies jedoch bei der vorliegenden Erfindung von untergeordneter Bedeutung, weil die Sauerstoffsonde eine tiefe Ansprechtemperatur hat und in einem Bereich hoher Temperatur angeordnet ist.

45 Fig. 3 zeigt einen vergrösserten Ausschnitt aus Fig. 1, jedoch mit einem aufgeschnittenen Einzelrohr 12. In der Nähe des Motorflanschs 14, beim Eintritt des Abgasstroms 20 in das Einzelrohr 12, ist ein dachförmig ausgebildetes Leitblech 40 angeordnet, welches die Sauerstoffsonde 24 vor der direkten Einwirkung durch den Abgasstrom 20 schützt und einen Windschatten bildet. Dieser erlaubt eine homogene, aber sich dauernd erneuernde Umspülung der Sauerstoffsonde 24. Der Abschirmeffekt kann durch die Anordnung eines sich bis zum senkrecht zum Rohr verlaufenden First 42 erstreckenden Seitenblechs 44 noch verbessert werden.

50 Aus den Fig. 4 und 5 ist der durch das dachförmige Ablenkblech 40 verliehene Schutz der Sauerstoffsonde 24 noch besser ersichtlich. Die stromab liegenden Ränder 46 des Ablenkblechs 40 sind nach aussen umgebogen. Dies behindert den Abgasstrom 20 nicht wesentlich, trägt jedoch zu einer homogenen Umströmung der Sauerstoffsonde bei.

55 In einem Einzelrohr 12 gemäss Fig. 6 ist ein dachförmig ausgebildetes Ablenkblech 40 für eine Sauerstoffsonde 24 angeordnet, das konkav nach aussen geformt verläuft.

60 Im Bereich der unteren Ränder 46 des Ablenkblechs 40 weist das Einzelrohr 12 eine Ausbauchung 48 auf. Dadurch kann vermieden werden, dass durch das beidseits verhältnismässig weit ausladende Ablenkblech 40 wegen der Verengung der lichten Weite ein Abgasstau entsteht, welcher die Leistung des Motors vermindern würde.

Im nach Fig. 7 ebenfalls dachförmig ausgebildeten Ablenkblech 40 zur Bildung eines Windschattens für einen Sauerstoffsensor 24 sind die unteren Ränder 46 nach innen eingerollt.

65 Das Ablenkblech 40 gemäss Fig. 8 ist weitgehend kugelförmig, mit einer stromab liegenden Öffnung, ausgestaltet.

In Fig. 9 schliesslich ist das Ablenkblech 40 als Spitzhut ausgebildet. Stromab ist ein Gegenstück 50 zum Ablenkblech 40 angeordnet, ebenfalls in Form eines Spitzhuts. Dadurch kann der an sich schon geringe Eingriff in die Strömungsverhältnisse durch die Anordnung eines Ablenkblechs noch vermindert werden. Selbstverständlich können solche Gegenstücke auch bei dachförmig oder anders gestalteten Ablenkblechen ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Luft-Treibstoffgemisches in einem Nicht-Ottomotor, mit wenigstens einem Zylinder, zum optimalen Einsatz eines Katalysators (18), mit einer Sonde, welche der Bestimmung des Luftverhältnisses (λ) in einem Abgasstrom (20) mit Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen dient, wobei die Messsignale der Sonde mit einer Elektronik (28) in Steuersignale für Gemischaufbereitung und Zündung umgewandelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffgehalt des Abgasstroms (20) im Verbrennungsraum der Zylinder des Nicht-Ottomotors, nach dem Austrittsventil in den Zylinderköpfen oder in den Einzelrohren (12) im Schutzbereich einer Ablenkeinrichtung (40) mit einer resistiven keramischen Sauerstoffsonde (24) einer Wärmebeständigkeit bis 1300°C und einer Einstellzeit im Millisekundenbereich ohne Vergleichsatmosphäre gemessen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffgehalt mit einer Sauerstoffsonde (24) einer Einstellzeit von 1 bis 20 msec, vorzugsweise 3 bis 15 msec, bei einer Temperatur bis 1200°C, vorzugsweise 900 bis 1100°C, gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffanteil unmittelbar nach der Eintrittsöffnung in die Einzelrohre (12) gemessen wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Sauerstoffsonde (24) mit vom Sauerstoffpartialdruck abhängiger, spezifischer elektrischer Leitfähigkeit als Diffusionsschicht (32) aus einem halbleitenden Titanat auf einem Keramikträger (30), im Windschatten einer bezüglich des Gasstroms stromab wenigstens teilweise offenen Ablenkfläche (40) im Verbrennungsraum des Zylinders nach dem Austrittsventil in den Zylinderköpfen oder in den Einzelrohren (12), angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die sauerstoffabsorbierende Diffusionsschicht (32) aus Calcium-, Strontium- oder Bariumtitanat besteht, eine flächige Ausdehnung von 0,5 bis 10 mm² und eine Dicke von vorzugsweise 1 bis 20 µm hat.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die sauerstoffabsorbierende Diffusionsschicht (32) eine Dicke von 5–10 µm hat.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sauerstoffsonde (24) mit einem Heizmäander (36) und/oder einem Temperatursensor (38) ausgerüstet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Sauerstoffsonde (24) und Ablenkfläche (40) als gemeinsames Einbaumodul ausgestaltet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkfläche (40) aus einem hitzebeständigen, korrosionsfesten Metallblech besteht und unmittelbar nach der Eintrittsöffnung wärmeleitend mit einem Einzelrohr (12) der Auspuffanlage (10) verbunden ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkfläche (40) dachförmig ausgebildet mit etwa senkrecht zur Wandung verlaufendem First (42) verläuft, auch mit konkav verlaufenden Dachflächen, oder als Spitzhut oder als Halb- bis Dreiviertelkugel ausgebildet ist, wobei die stromab liegenden Ränder (46) auch nach innen oder nach aussen umgebogen sind.

Fig. 1

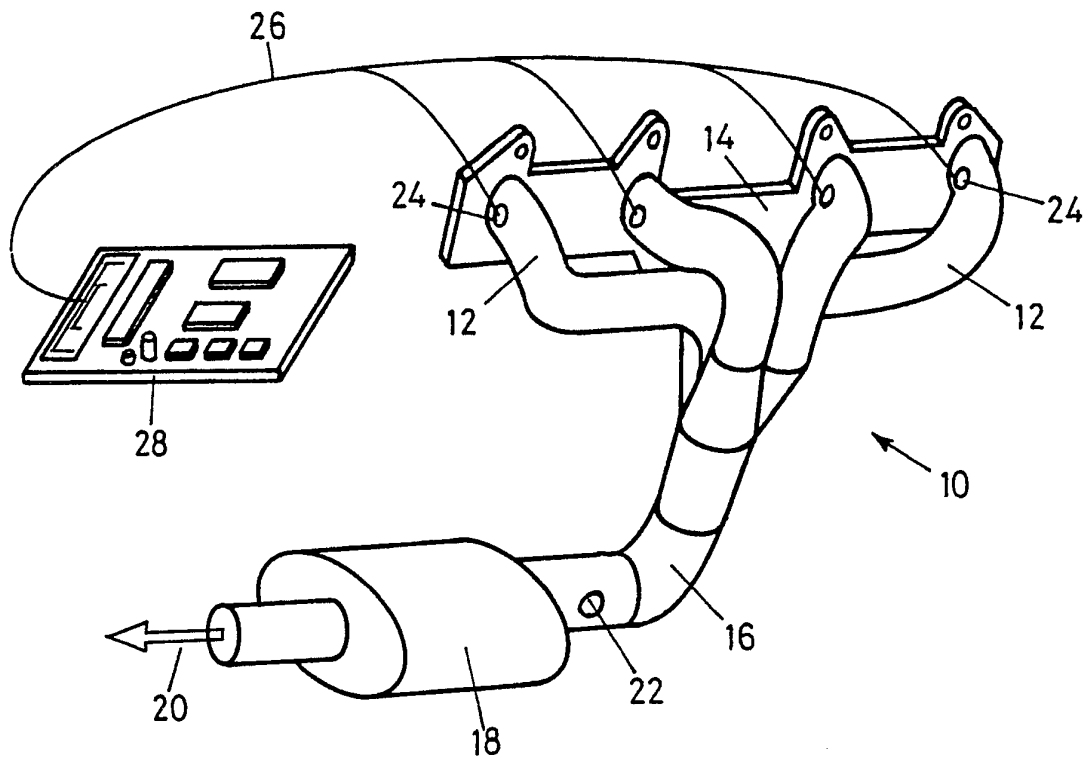


Fig. 2

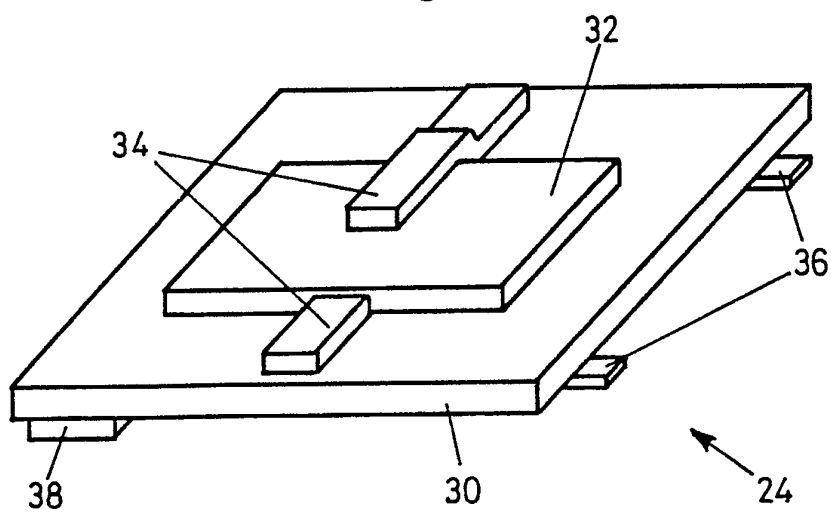


Fig. 3

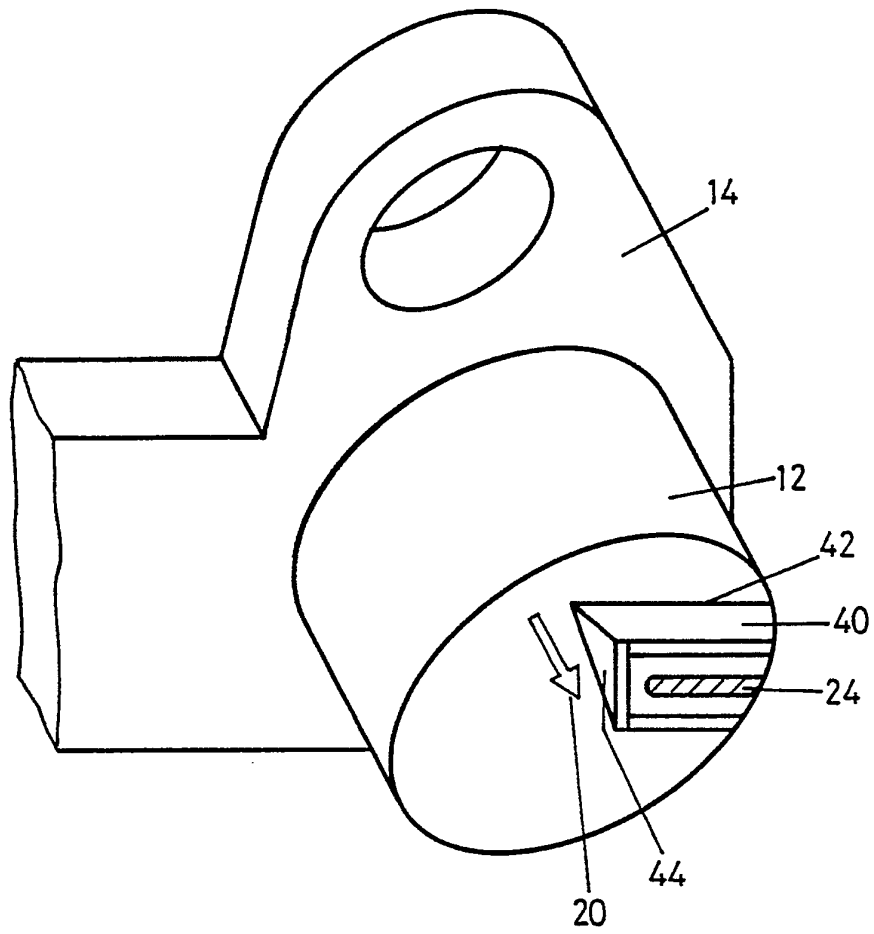


Fig. 4

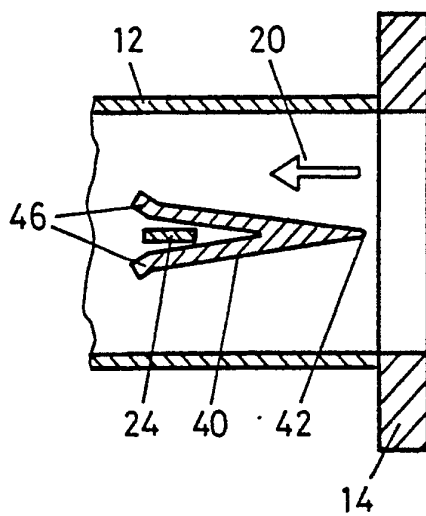


Fig. 5

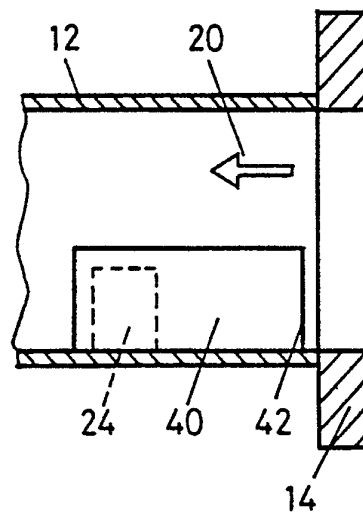


Fig. 6

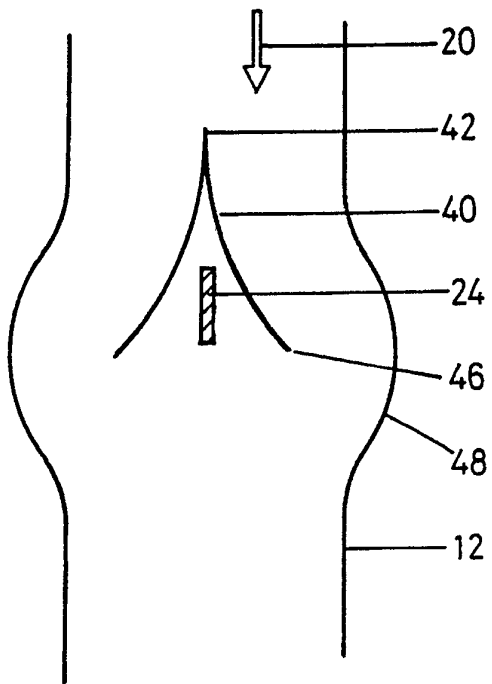


Fig. 7

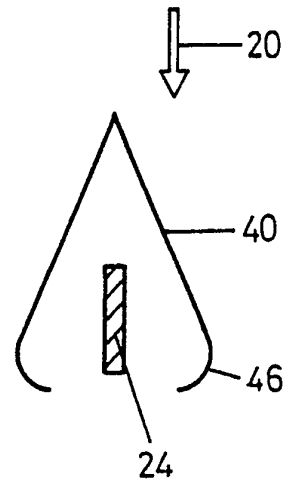


Fig. 8

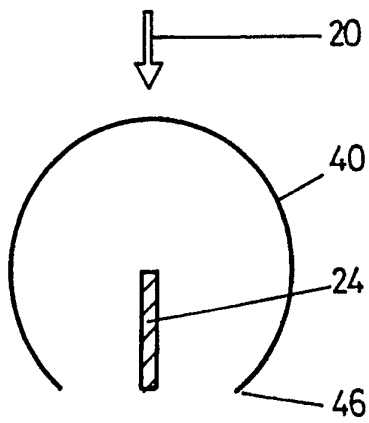


Fig. 9

