

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-42192

(P2009-42192A)

(43) 公開日 平成21年2月26日(2009.2.26)

(51) Int.Cl.
G01N 21/35 (2006.01)

F I
G O I N 21/35

テーマコード(参考)
2 G O 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-210560 (P2007-210560)
(22) 出願日 平成19年8月11日(2007.8.11)

(71) 出願人 504147243
国立大学法人 岡山大学
岡山県岡山市津島中一丁目1番1号
(74) 代理人 100080160
弁理士 松尾 憲一郎
(72) 発明者 富田 栄二
岡山県岡山市津島中3丁目1番1号 国立
大学法人岡山大学 大学院自然科学研究科
内
(72) 発明者 河原 伸幸
岡山県岡山市津島中3丁目1番1号 国立
大学法人岡山大学 大学院自然科学研究科
内
Fターム(参考) 2G059 AA01 BB01 CC04 EE01 GG01
GG07 GG10 HH01 HH06 JJ03
JJ17 JJ22 JJ24 KK09

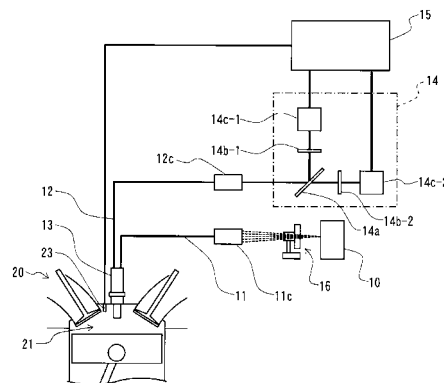
(54) 【発明の名称】 ガス濃度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 1台で燃料ガスと残留ガスの異なる2種類のガスの濃度を検出可能としたガス濃度検出装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも波長3.38~4.30μmの光を照射する光源と、この光源から照射された光を導く第1光ファイバと、この第1光ファイバで導かれた光を内燃機関の燃焼室内に導いて、この燃焼室内を通過させて出射させる導光体と、この導光体から出射された光を導く第2光ファイバと、この第2光ファイバを介して導かれた光を受光する受光部と、この受光部で受光した光の透過率から燃焼室内の所定のガスの濃度を検出するガス濃度検出部とを備えたガス濃度検出装置であって、受光部は、燃焼室内の第1のガスと第2のガスにそれぞれ吸収される波長の光に分離して、それぞれの波長における光の強度を検出し、ガス濃度検出部において、それぞれの光の強度から透過率を求めて第1のガスの濃度と、第2のガスの濃度とを検出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも波長 $3.38 \sim 4.30 \mu\text{m}$ の光を照射する光源と、
この光源から照射された前記光を導く第 1 光ファイバと、
この第 1 光ファイバで導かれた光を内燃機関の燃焼室内に導いて、この燃焼室内を通過させて出射させる導光体と、
この導光体から出射された光を導く第 2 光ファイバと、
この第 2 光ファイバを介して導かれた光を受光する受光部と、
この受光部で受光した光の透過率から前記燃焼室内の所定のガスの濃度を検出するガス濃度検出部と

10

を備えたガス濃度検出装置であって、

前記受光部は、前記第 2 光ファイバを介して導かれた光を、前記燃焼室内の第 1 のガスに吸収される波長の光と、前記燃焼室内の第 2 のガスに吸収される波長の光に分離して、それぞれの波長における光の強度を検出して受光量信号として出力し、

前記ガス濃度検出部では、前記受光量信号を解析して得られたそれぞれの透過率に基づいて前記第 1 のガスの濃度と、前記第 2 のガスの濃度とを検出するガス濃度検出装置。

【請求項 2】

前記第 1 光ファイバに入射される光は、光学式チョッパで断続的に遮断された断続光としたことを特徴とする請求項 1 に記載のガス濃度検出装置。

【請求項 3】

20

前記導光体は、

前記第 1 光ファイバの端部と前記第 2 光ファイバの端部を固定支持するスリーブと、

前記第 1 光ファイバの端部及び前記第 2 光ファイバの端部に近接させて前記スリーブに設けた透光体と、

この透光体越しに前記第 1 光ファイバから照射された光を反射して前記第 2 光ファイバに入射させる反射体と

を備え、

前記第 1 光ファイバから照射された光を、前記透光体と前記反射体との間において燃焼室内を通過させるとともに、前記透光体の前記反射体側を凸面形状として、前記燃焼室内を通過する光を平行光としたことを特徴とする請求項 2 に記載のガス濃度検出装置。

30

【請求項 4】

前記ガス濃度検出部は、前記燃焼室内の圧力を検出する圧力センサから入力された圧力データに基づいて、前記第 1 のガスの濃度と前記第 2 のガスの濃度を補正する補正手段を有することを特徴とする請求項 3 に記載のガス濃度検出装置。

【請求項 5】

前記導光体は、前記内燃機関に装着する点火プラグに装着したことを特徴とする請求項 3 に記載のガス濃度検出装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

本発明は、内燃機関の燃焼室内のガス濃度を検出するガス濃度検出装置に関し、特に、燃焼室内の燃料ガスと残留ガスの少なくとも 2 種類のガスの濃度を検出可能としたガス濃度検出装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、内燃機関においては、燃焼室内で燃料ガスが適正に燃焼しているかを確認するために、燃焼状態を確認するための様々な手法が提案されている。このような、燃焼室内の燃焼状態の確認方法の一つとして、ガス濃度検出装置を用い、燃焼室に送給された燃料ガスの濃度が所望の濃度となっているかを検出することが行われている。

【0003】

50

ガス濃度検出装置では、所定波長の赤外光が、燃料ガス中のガソリンなどの炭化水素系燃料に、濃度にほぼ比例して吸収されることを利用しており、燃焼室内において所定波長の赤外光を通過させ、この所定波長の赤外光の燃料ガスによる吸収度合いを赤外光の透過率から検出し、燃料ガスの濃度を検出しているものである（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

一方、昨今では、低公害及び低燃費を目指した予混合圧縮着火方式の内燃機関が提案されており、この内燃機関では、燃焼した燃料ガスの一部を燃焼室内に残留ガスとして残留させ、この残留ガスの熱を利用して燃焼室に送給された燃料ガスを加熱し、より高温の状態に燃料ガスを燃焼させることが行われている。

10

【0005】

このような予混合圧縮着火方式の内燃機関では、燃焼室に残留させる残留ガスの量の制御が重要であり、燃焼室内に残留した残留ガスの濃度を検出することが求められていた。

【0006】

ここで、残留ガスは二酸化炭素及び水蒸気を主成分とするガスであり、二酸化炭素も赤外光を吸収する特性を有していることから、燃料ガスの場合と同様に、赤外光の吸収度合いから残留ガスの濃度を検出することが可能であって、燃料ガス用のガス濃度検出装置と同様のガス濃度検出装置による残留ガス用のガス濃度検出装置が提案されていた。

【特許文献1】特開2005-233694号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、ガソリンなどの炭化水素系燃料と二酸化炭素では、それぞれで吸収される赤外光の波長が異なるため、1台のガス濃度検出装置で燃料ガスの濃度と、残留ガスの濃度の両方を検出することはできず、燃料ガスの濃度と残留ガスの濃度の両方を検出した場合には、1つの燃焼室に2台のガス濃度検出装置を装着しなければならなかった。

【0008】

したがって、燃焼室には、2台のガス濃度検出装置が設けられることにより容積が小さくなり、しかもガス濃度検出装置によって燃料ガスあるいは残留ガスの流れが阻害されやすくなることにより、燃焼室内での燃焼に対するガス濃度検出装置の影響が無視できなくなるおそれがあった。

30

【0009】

本発明者は、このような現状に鑑み、1台のガス濃度検出装置で燃料ガスと残留ガスの異なる2種類のガスの濃度を検出可能とすべく研究開発を行って、本発明を成すに至ったものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のガス濃度検出装置では、少なくとも波長3.38~4.30 μ mの光を照射する光源と、この光源から照射された光を導く第1光ファイバと、この第1光ファイバで導かれた光を内燃機関の燃焼室内に導いて、この燃焼室内を通過させて出射させる導光体と、この導光体から出射された光を導く第2光ファイバと、この第2光ファイバを介して導かれた光を受光する受光部と、この受光部で受光した光の透過率から燃焼室内の所定のガスの濃度を検出するガス濃度検出部とを備えたガス濃度検出装置であって、受光部は、第2光ファイバを介して導かれた光を、燃焼室内の第1のガスに吸収される波長の光と、燃焼室内の第2のガスに吸収される波長の光に分離して、それぞれの波長における光の強度を検出して受光量信号として出力し、ガス濃度検出部では、受光量信号を解析して得られたそれぞれの透過率に基づいて第1のガスの濃度と、第2のガスの濃度とを検出することとした。

40

【0011】

さらに、本発明のガス濃度検出装置では、以下の点にも特徴を有するものである。すなわち、

50

(1) 第1光ファイバに入射される光を、光学式チョッパで断続的に遮断された断続光としたこと。

(2) 第1光ファイバの端部と第2光ファイバの端部を固定支持するスリーブと、第1光ファイバの端部及び第2光ファイバの端部に近接させてスリーブに設けた透光体と、この透光体越しに第1光ファイバから照射された光を反射して第2光ファイバに入射させる反射体とで導光体を構成し、第1光ファイバから照射された光を、透光体と反射体との間において燃焼室内を通過させるとともに、透光体の反射体側を凸面形状として、燃焼室内を通過する光を平行光としたこと。

(3) 燃焼室内の圧力を検出する圧力センサから入力された圧力データに基づいて、第1のガスの濃度と第2のガスの濃度を補正する補正手段をガス濃度検出部に設けたこと。

(4) 導光体を内燃機関に装着する点火プラグに装着したこと。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、少なくとも波長 $3.38 \sim 4.30 \mu\text{m}$ の光を照射する光源を用いることにより、この光源から照射された光は、第1のガスである燃料ガスによって吸収される波長の光と、第2のガスである残留ガスによって吸収される波長の光とを有するので、燃焼室内を通過してガスによる吸収が生じた光を燃焼室内の第1のガスに吸収される波長の光と、燃焼室内の第2のガスに吸収される波長の光に分離して、それぞれの光の透過率を検出することによって、1つのガス濃度検出装置で燃料ガスの濃度と残留ガスの2種類のガスの濃度とを検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明のガス濃度検出装置は、少なくとも波長 $3.38 \sim 4.30 \mu\text{m}$ の光を照射する光源と、この光源から照射された光を導く第1光ファイバと、この第1光ファイバで導かれた光を内燃機関の燃焼室内に導いて、この燃焼室内を通過させて出射させる導光体と、この導光体から出射された光を導く第2光ファイバと、この第2光ファイバを介して導かれた光を受光する受光部と、この受光部で検出された光の透過率から燃焼室内の所定のガスの濃度を検出するガス濃度検出部を備えているものである。

【0014】

従来、燃焼室内に送給される燃料ガスは、波長約 $3.38 \mu\text{m}$ の光を吸収することが知られており、このことを利用したガス濃度検出装置が既に提案されている。一方、残留ガスの主成分である二酸化炭素は、波長 $4.30 \mu\text{m}$ 、 $2.70 \mu\text{m}$ 、 $2.00 \mu\text{m}$ の光をそれぞれ吸収することが知られており、波長 $4.30 \mu\text{m}$ の光の吸収を検出するための光源、すなわち、波長 $4.30 \mu\text{m}$ において効果的に光の吸収を検出できる十分な強度を有する光を照射可能な光源を用いれば、波長 $3.38 \mu\text{m}$ の光においても光の吸収の検出に十分な強度を有しているため、波長 $3.38 \mu\text{m}$ の吸収を検出するための光源としても利用可能である。

【0015】

そこで、本発明のガス濃度検出装置では、少なくとも波長 $3.38 \sim 4.30 \mu\text{m}$ の光を照射する光源を用いることにより、1つの光源で波長 $3.38 \mu\text{m}$ の光の吸収と、波長 $4.30 \mu\text{m}$ の光の吸収を検出しているものである。特に、二酸化炭素による光の吸収を波長 $2.70 \mu\text{m}$ の光を用いて検出する場合には、波長 $2.70 \mu\text{m}$ の光が二酸化炭素だけでなく、水蒸気(H_2O)にも吸収されるため、二酸化炭素のみによる光の吸収の検出が困難であり、また、二酸化炭素による光の吸収を波長 $2.00 \mu\text{m}$ の光を用いて検出する場合には、波長 $2.00 \mu\text{m}$ の光を光の吸収を効果的に検出できる十分な強度で照射可能な光源で、波長 $3.38 \mu\text{m}$ の光を光の吸収を効果的に検出できる十分な強度で照射することが困難となることから、二酸化炭素による光の吸収を検出するには、波長 $4.30 \mu\text{m}$ の光を用いることが望ましい。

【0016】

受光部は、燃焼室内を通過して導光体から出射されて第2光ファイバを介して導かれた光を、燃焼室内の第1のガスである燃料ガスに吸収される波長の光と、燃焼室内の第2のガスである残留ガスに吸収される波長の光に分離して、それぞれの光の強度を検出し、ガ

10

20

30

40

50

ス濃度検出部では、受光部で検出された光の強度に基づいて受光部から出力された受光量信号を解析してそれぞれの光の透過率を検出し、検出された透過率に基づいてそれぞれのガスの濃度を検出している。

【0017】

このように、本発明のガス濃度検出装置では、1つの光源から照射された赤外光から燃料ガスと残留ガスの2種類のガスの濃度を検出できるので、燃焼室へのガス濃度検出装置の配設を容易とすることができ、燃焼室内での燃焼状態にできるだけ影響を与えることなく燃料ガスと残留ガスの濃度をそれぞれ検出できる。

【0018】

図1は、本実施形態のガス濃度検出装置の概略説明図である。すなわち、本実施形態のガス濃度検出装置は、赤外光を照射する光源10と、この光源10から照射された光を導く第1光ファイバ11と、この第1光ファイバ11で導かれた光を内燃機関20の燃焼室21内に導くとともに、燃焼室21内を通過させて燃焼室21から出射させる導光体13と、導光体13から出射された光を導く第2光ファイバ12と、この第2光ファイバ12を介して導かれた光を受光する受光部14と、この受光部14で検出された光の強度に基づいて得られた透過率から燃焼室21内の所定のガスの濃度を検出するガス濃度検出部15を備えている。

10

【0019】

なお、少なくとも光源10及び受光部14は、図示しない防振台上に設けており、内燃機関20の駆動に伴う振動などの影響を受けにくくしている。

【0020】

光源10は、少なくとも波長3.38~4.30 μm の赤外光を照射可能としており、赤外ランプや、He-Neレーザ、気体レーザ(例えばCO₂レーザなど)、半導体レーザ(例えばPbSnTeなど)、YAGレーザ、量子カスケードレーザなどの赤外線レーザ装置を用いることができる。本実施形態では、光源10は赤外ランプとしている。あるいは、例えばHe-Neレーザと量子カスケードレーザとを用いて、それぞれのレーザの出力を1つに重ね合わせて第1光ファイバ11に向けて照射可能としてもよい。

20

【0021】

本実施形態のガス濃度検出装置では、後述するように、波長3.38 μm の赤外光と、波長4.30 μm の赤外光の透過率を用いて燃料ガスの濃度と残留ガスの濃度を検出するため、波長3.38~4.30 μm の帯域で、できるだけ高強度の赤外線を照射可能な光源10を用いることが望ましい。

30

【0022】

光源10は、第1光ファイバ11の端部に設けた入射用コリメータ11cに向けて赤外光を照射し、第1光ファイバ11に赤外光を入射させている。

【0023】

光源10と入射用コリメータ11cとの間には光学式チョップ16を設け、光源10から照射された赤外光を断続的に遮断して、断続光を第1光ファイバ11に入射して導光体13に導いている。

【0024】

第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12は、図2に示すように、中空ファイバとしており、中空ファイバの中空部は、直径700 μm 程度としている。第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12には、このような中空ファイバを用いることにより、一般的なフッ化物ファイバなどを用いた場合よりも、波長3.38~4.30 μm の赤外光を低損失で伝播させて高出力とすることができ、ガス濃度の検出精度を向上させることができる。なお、本実施形態では、中空ファイバは、内側から環状オレフィンポリマを用いた透明誘電体層L1、銀を用いた金属層L2、石英ガラス層L3、ポリイミド保護層L4を順次積層させて形成している。

40

【0025】

また、第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12には、サファイアファイバを用いることもできる。特に、サファイアファイバは高温耐性を有しているため、高温となる内燃機関20の周囲に配設した場合でも、赤外光を低損失で伝播させることができる。

50

【 0 0 2 6 】

導光体13は、図3に示すように、第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12が装着される筒状のスリーブ13aと、このスリーブ13aの先端に装着した反射板支持体13bとで構成し、反射板支持体13b部分を燃焼室21内に配置するとともに、第1光ファイバ11によって導かれた赤外光を反射板支持体13bに向けて照射することにより、赤外光を燃焼室21内に導いて、燃焼室21内を通過させている。

【 0 0 2 7 】

燃焼室21内に導かれた赤外光は、反射板支持体13bに設けた金属製の反射体13cに反射させており、特に、第2光ファイバ12に向けて反射させ、燃焼室21から出射させている。導光体13によって燃焼室21から出射させた赤外光は、導光体13に装着した第2光ファイバ12に入射させている。

10

【 0 0 2 8 】

スリーブ13aには、先端部にサファイアガラス製の透光体13dを装着しており、この透光体13dで筒状となっているスリーブ13aの先端を閉塞している。

【 0 0 2 9 】

さらに、スリーブ13aには、第1光ファイバ11と第2光ファイバ12をそれぞれ挿入可能とした第1挿通孔13a-1と第2挿通孔13a-2を設けており、これらの第1挿通孔13a-1と第2挿通孔13a-2に、第1光ファイバ11と第2光ファイバ12をそれぞれ挿入することによって、第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12の端部をスリーブ13aで固定支持している。図3中、13a-3はスリーブ13aの外周面に設けたフランジであって、このフランジ13a-3を介して導光体13を所定位置に固定的に装着可能としている。

20

【 0 0 3 0 】

スリーブ13aで固定支持された第1光ファイバ11と第2光ファイバ12は、端部を透光体13dに近接させており、特に、透光体13dに当接させることによって、各ファイバ11,12の端部と透光体13dとの間で赤外光の損失が生じることを抑制している。

【 0 0 3 1 】

反射板支持体13bは、スリーブ13aの先端に螺着可能とした雌ネジ状の螺着部13b-1と、反射体13cが装着される支持台13b-2と、この支持台13b-2と螺着部13b-1とを連結する複数のロッド状の連結アーム13b-3とで構成し、支持台13b-2に反射体13cを装着している。なお、反射板支持体13bは、螺着部13b-1を介して必ずしもスリーブ13aに着脱自在としている必要はなく、スリーブ13aの先端に連結アーム13b-3を直接設けて支持台13b-2を支持し、反射体13cを装着可能としてもよい。

30

【 0 0 3 2 】

スリーブ13aの先端に装着した透光体13dは、反射体13c側を所定の曲率を有する凸面形状として、透光体13d越しに第1光ファイバ11から燃焼室21内に向けて照射した赤外光を平行光としている。

【 0 0 3 3 】

このように透光体13dで平行光とした赤外光を燃焼室21内に入射させ、透光体13dと反射体13cとの間において燃焼室21内を通過させることにより、反射体13cを赤外光のスポットサイズに合わせて小さくすることができる。したがって、燃焼室21に占める反射板支持体13bの領域をできるだけ小さくして、反射板支持体13bが燃焼の妨げとなることを防止できるとともに、燃焼室21内を通過する赤外光のガスによる吸収を安定化させることができるので、ガス濃度の検出精度を向上させることができる。なお、透光体13dによって平行光とされた赤外光は、必ずしも完全な平行光である必要はなく、第1光ファイバ11から出射された赤外光の拡散を抑制できていればよい。

40

【 0 0 3 4 】

透光体13dと反射体13cとの間の間隔はできるだけ大きくすることにより、透光体13dと反射体13cとの間に存在するガスによって所定波長の赤外光をより多く吸収させて、ガス濃度の検出精度を向上させることができる。ただし、透光体13dと反射体13cとの間の間隔寸法は、導光体13が、燃焼室21内のバルブやピストンの動作の障害とならない程度として

50

いる。

【0035】

受光部14は、図1に示すように、第2光ファイバ12を介して導光体13から導かれた赤外光を波長 $3.38\mu\text{m}$ の光を含む第1の赤外光と、波長 $4.30\mu\text{m}$ の光を含む第2の赤外光とに分けるダイクロミックフィルタ14aと、このダイクロミックフィルタ14aで分けられた第1の赤外光のうちの波長 $3.38\mu\text{m}$ の赤外光を通過させる第1バンドパスフィルタ14b-1と、この第1バンドパスフィルタ14b-1を通過した第1の赤外光を受光する第1赤外受光器14c-1と、ダイクロミックフィルタ14aで分けられた第2の赤外光のうちの波長 $4.30\mu\text{m}$ の赤外光を通過させる第2バンドパスフィルタ14b-2と、この第2バンドパスフィルタ14b-2を通過した第2の赤外光を受光する第2赤外受光器14c-2を備えている。図1中、12cは第2光ファイバ12の受光部14側の端部に設けた出射用コリメータである。

10

【0036】

第1赤外受光器14c-1及び第2赤外受光器14c-2は、それぞれが受光した赤外光の強度に基づいて、強度に応じた信号を受光量信号としてそれぞれ出力している。本実施形態では、第1赤外受光器14c-1及び第2赤外受光器14c-2は、MCT受光器としている。

【0037】

ガス濃度検出部15は、第1赤外受光器14c-1から入力された受光量信号と、第2赤外受光器14c-2から入力された受光量信号を、第1光ファイバ11を介して導光体13に入射させている赤外光の強度でそれぞれ正規化することにより透過率の変動データを生成し、この透過率の変動データを解析することにより、第1のガスである燃料ガスの濃度、及び第2のガスである残留ガスの濃度を検出している。

20

【0038】

ガス濃度検出部15における透過率の変動データの解析は、以下のようにしている。

【0039】

まず、第1赤外受光器14c-1及び第2赤外受光器14c-2から出力される受光量信号は、第1光ファイバ11を介して導光体13に入射させる赤外光を光学式チョッパ16によって断続的に遮断して断続光として、所定の間隔で受光量が零となった略矩形形状の矩形波信号としてしている。このように、導光体13に導く光を断続光としておくことにより、赤外光が遮断されている部分を第1赤外受光器14c-1及び第2赤外受光器14c-2における受光量の変動の検出における基準とすることができ、受光量をより正確に検出できるので、ガスの濃度の検出精度を向上させることができる。

30

【0040】

ここで、内燃機関20の燃焼室21に二酸化炭素(残留ガス)が存在しない状態で燃料ガスを燃焼させた場合には、第2赤外受光器14c-2から出力された受光量信号に基づく透過率の変動データとして、図4の太線で示す透過率の変動データが得られる。なお、燃料ガスには純n-ブタンを用い、内燃機関20はボア×ストロークを $78.0\text{mm} \times 85.0\text{mm}$ 、圧縮比を9.02、燃焼室形状をパンケーキ型とした圧縮膨脹機関として、回転速度を600rpmとして燃料ガスを燃焼させている。図4の横軸は、圧縮膨脹機関のクランク角度である。図4中の細線は、圧縮膨脹機関のシリンダヘッドに設けた圧電式圧力変換素子で検出した燃焼室内の圧力を示している。

40

【0041】

この場合、燃焼室21内で燃焼が始まると、燃料ガスの温度が上昇して熱放射が生じるために、この熱放射の影響によって透過率の変動データのベースラインが変化し、正しい透過率を示せなくなっているが、燃焼が始まるまでは、透過率の変動データが一定の矩形形状の繰り返しとなっていることが分かる。

【0042】

また、n-ブタン(燃料ガス)に二酸化炭素(残留ガス)を10%混合して生成したガスを、上記の圧縮膨脹機関に送給して同様に燃焼させた場合には、第2赤外受光器14c-2から出力された受光量信号に基づく透過率の変動データとして、図5の太線で示す透過率の変動データが得られる。

50

【0043】

この場合、透過率の変動データは、燃焼が始まる前に透過率の減少が生じている。これは、燃焼室21の圧縮にともなって生じる二酸化炭素のモル濃度の変化に起因しているものと思われる。

【0044】

二酸化炭素のモル濃度の変化が透過率の減少傾向としてあらわれるということは、二酸化炭素のモル濃度を決定している燃焼室21中の二酸化炭素の濃度を、透過率の減少傾向から特定することができることを示している。

【0045】

そこで、ガス濃度検出部15では、矩形波状となっている透過率の変動データの山と谷の部分の差を求めることにより、図6に示すように、透過率の変動データの谷の部分に基づいて補正した透過率推移データを生成している。図6中、太線の透過率推移データは図4に示した燃料ガスのみの場合であり、細線の透過率推移データは図5に示した二酸化炭素を10%添加した燃料ガスのみの場合である。図7に、二酸化炭素の添加量を0%、1%、3%、5%、7%、10%とした場合のそれぞれの透過率推移データを示す。

10

【0046】

ガス濃度検出部15では、図7に示すように、透過率推移データにおける燃焼室21の圧縮にともなう透過率の減少傾向が、燃焼室21中の二酸化炭素の濃度に応じて異なることを利用し、受光量信号を解析して得られた透過率の減少傾向を、図7に示すあらかじめ特定された透過率の減少傾向とマッチングさせることにより残留ガスの濃度を特定している。なお、残留ガスの濃度だけでなく、燃料ガスの濃度も同様にして検出することができる。

20

【0047】

ここで、透過率の減少傾向は、前述したように燃焼室21内のガスのモル濃度の変動に依存するが、この燃焼室21内におけるガスのモル濃度の変動は燃焼室21内の圧力の影響によっても生じる。

【0048】

そこで、例えば、図1に示したように、内燃機関20のシリンダヘッド22には、圧電式圧力変換素子などの圧力センサ23を設け、この圧力センサ23で燃焼室21内の圧力を検出するとともに、検出結果の圧力データをガス濃度検出部15に入力して、ガス濃度検出部15において燃焼室21内の圧力に基づく補正を行うことが望ましい。ここで、圧力センサ23は、燃焼室21内の圧力を検出することができればどのようなセンサであってもよい。

30

【0049】

燃焼室21内の圧力に基づく補正では、ガス濃度検出部15でのマッチングの基準となっている透過率の減少傾向を測定した際の圧力との差に基づいて、受光量信号を解析して得られた透過率の減少傾向を補正しており、この補正を行うことにより残留ガスの濃度、及び燃料ガスの濃度をより正確に検出できる。あるいは、燃焼室21内の圧力に基づく補正では、燃焼室21内の圧力ごとにおける透過率の減少傾向の補正量をあらかじめデータベース化しておき、データベースに基づいて補正してもよい。

【0050】

このように構成したガス濃度検出装置において、導光体13は、図8に示すように、内燃機関20に装着する点火プラグ24に一体的に設けることにより、導光体13を装着するための構造を内燃機関20に設けることなく導光体13を装着することができ、どのような内燃機関においても、直ちにガス濃度の検出を可能とすることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の実施形態に係るガス濃度検出装置のブロック図である。

【図2】第1光ファイバ及び第2光ファイバの断面説明図である。

【図3】導光体の縦断面説明図である。

【図4】二酸化炭素0%のn-ブタンを燃焼させた場合の透過率の変動データである。

50

【図5】二酸化炭素10%のn-ブタンを燃焼させた場合の透過率の変動データである。

【図6】図4及び図5の透過率の変動データから得られる透過率推移データである。

【図7】二酸化炭素の濃度を異ならせた場合の透過率推移データである。

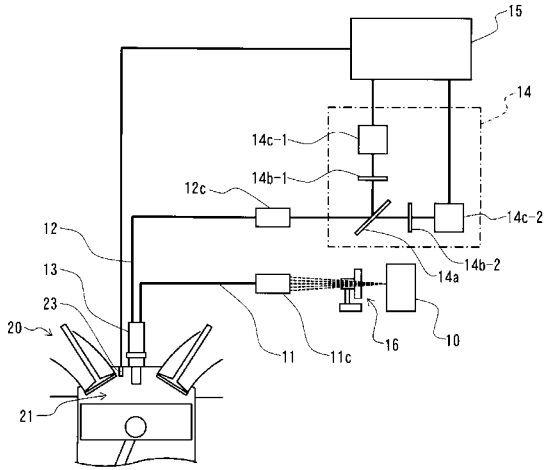
【図8】導光体を装着した点火プラグの説明図である。

【符号の説明】

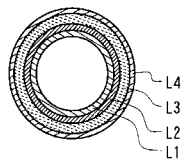
【0052】

10	光源	
11	第1光ファイバ	
11c	入射用コリメータ	
12	第2光ファイバ	10
12c	出射用コリメータ	
13	導光体	
13a	スリーブ	
13a-1	第1挿通孔	
13a-2	第2挿通孔	
13a-3	フランジ	
13b	反射板支持体	
13b-1	螺着部	
13b-2	支持台	
13b-3	連結アーム	20
13c	反射体	
13d	透光体	
14	受光部	
14a	ダイクロイックフィルタ	
14b-1	第1バンドパスフィルタ	
14c-1	第1赤外受光器	
14b-2	第2バンドパスフィルタ	
14c-2	第2赤外受光器	
15	ガス濃度検出部	
16	光学式チョッパ	30
20	内燃機関	
21	燃焼室	
22	シリンダヘッド	
23	圧力センサ	

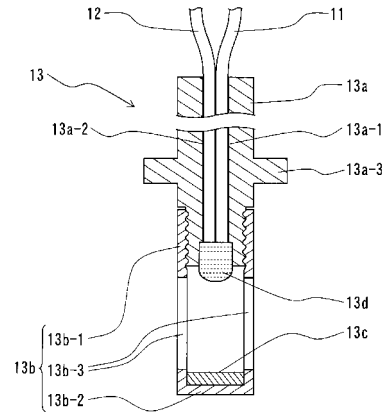
【 図 1 】



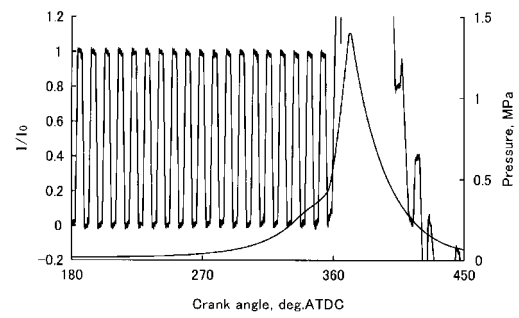
【 図 2 】



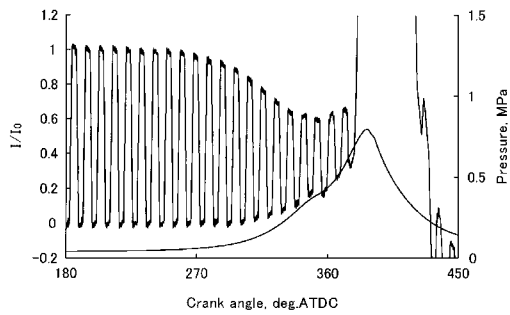
【 図 3 】



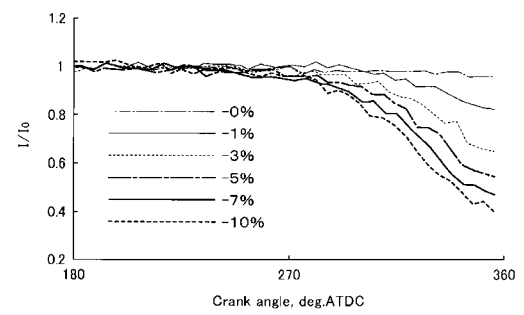
【 図 4 】



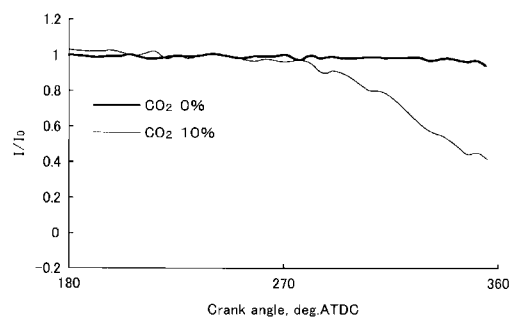
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】

