(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2020-165663
(P2020-165663A)
(43)公開日　令和2年10月8日(2020.10.8)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01N 27/41	***(2006.01)***	G01N	27/41	325G	2G004
G01N 27/409	***(2006.01)***	G01N	27/41	325K	
		G01N	27/409	100	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 19 頁）

(21)出願番号　特願2019-63492(P2019-63492)
(22)出願日　平成31年3月28日(2019.3.28)

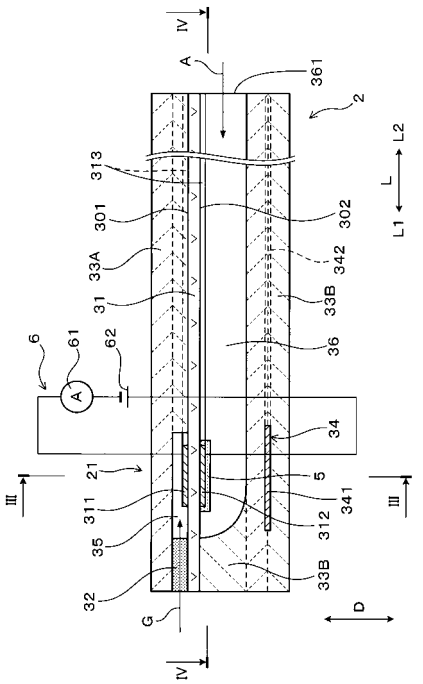
(71)出願人　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　110000648
特許業務法人あいち国際特許事務所
(72)発明者　杉浦　啓
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　竹内　亨
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

Ｆターム(参考)　2G004 BB04　BC02　BD05　BE04　BE13
BF09　BF27　BJ03

(54)【発明の名称】ガスセンサ

(57)【要約】
【課題】被毒物質を捕獲して、大気導入経路へ必要とする酸素を供給することができるガスセンサを提供する。
【解決手段】ガスセンサは、センサ素子２を備える。センサ素子２は、固体電解質体３１と、固体電解質体３１に積層された第１絶縁体３３Ａ及び第２絶縁体３３Ｂと、固体電解質体３１に設けられた排気電極３１１及び大気電極３１２と、第１絶縁体３３Ａに形成され、排気電極３１１に排ガスＧを導入するためのガス室３５と、第２絶縁体３３Ｂに形成され、大気電極３１２に大気Ａを導入するための大気ダクト３６とを有する。大気ダクト３６の内部には、センサ素子２の被毒物質を捕獲するためのトラップ層５が設けられている。
【選択図】図２

(図２)



【特許請求の範囲】
【請求項１】
大気（Ａ）が導入される大気導入経路（３６）を有するセンサ素子（２）を備え、
前記大気導入経路には、前記センサ素子の被毒物質を捕獲するためのトラップ層（５）が設けられている、ガスセンサ（１）。
【請求項２】
前記センサ素子は、
イオン伝導性を有する固体電解質体（３１）と、
前記固体電解質体に積層された絶縁体（３３Ａ，３３Ｂ）と、
前記固体電解質体に設けられて、排ガス（Ｇ）に晒される排気電極（３１１）と、
前記固体電解質体における、前記排気電極と対向する位置に設けられて、前記排気電極と対になって使用されるとともに大気に晒される大気電極（３１２）と、を有し、
前記大気導入経路は、前記絶縁体における、前記固体電解質体と対向する部位に、前記大気電極を収容する状態で形成されている、請求項１に記載のガスセンサ。
【請求項３】
前記センサ素子は、長尺形状に形成されており、
前記排気電極及び前記大気電極は、前記センサ素子の長尺方向（Ｌ）における、排ガスに晒される先端側（Ｌ１）の部位に配置されており、
前記大気導入経路は、前記絶縁体における、前記大気電極を収容する前記長尺方向の部位から、前記センサ素子の前記長尺方向における、大気に晒される後端位置まで形成されている、請求項２に記載のガスセンサ。
【請求項４】
前記トラップ層は、金属酸化物の多孔質体によって形成されており、かつ、前記大気電極の一部又は全体を覆っている、請求項２又は３に記載のガスセンサ。
【請求項５】
前記トラップ層は、金属酸化物の多孔質体によって形成されており、かつ、前記大気導入経路の内部において、前記大気導入経路を形成する前記固体電解質体及び前記絶縁体の少なくとも一方の表面に設けられている、請求項２又は３に記載のガスセンサ。
【請求項６】
前記トラップ層は、金属酸化物の多孔質体によって形成されており、かつ、前記大気電極の一部又は全体を覆っており、
前記大気電極の前記長尺方向の後端（３１６）から前記長尺方向の後端側（Ｌ２）に突出して形成された前記トラップ層の後端側部分（５２）の前記長尺方向の長さ（ａ２）は、前記大気電極の前記長尺方向の先端（３１５）から前記長尺方向の先端側に突出して形成された前記トラップ層の先端側部分（５１）の前記長尺方向の長さ（ａ１）よりも長い、請求項３に記載のガスセンサ。
【請求項７】
前記絶縁体には、前記固体電解質体を加熱するための発熱体（３４）が埋設されており、
前記発熱体における発熱部（３４１）は、前記排気電極及び前記大気電極が設けられた位置に対向して配置されており、
前記固体電解質体の長尺方向（Ｌ）においては、前記発熱部によって加熱されることによる温度分布であって前記発熱部に近い部位ほど高温になる温度分布が形成され、
前記トラップ層は、前記温度分布における温度が５００℃以上になる位置に設けられている、請求項２～６のいずれか１項に記載のガスセンサ。
【請求項８】
前記トラップ層は、α－アルミナの多孔質体によって形成されている、請求項１～７のいずれか１項に記載のガスセンサ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、大気導入経路を有するセンサ素子を備えるガスセンサに関する。
【背景技術】
【０００２】
ガスセンサは、内燃機関の排気管等に配置され、排気管を流れる排ガスを検出対象ガスとして、内燃機関の空燃比、排ガスの酸素濃度等を求めるために使用される。ガスセンサには、酸素イオン伝導性を有する固体電解質体と、固体電解質体の表面に設けられた一対の電極とを有するセンサ素子が用いられる。一方の電極は、排ガスに晒される排気電極として用いられ、他方の電極は、排気電極との間において酸素イオンを伝導させる対極としての大気電極として用いられる。このようなセンサ素子としては、例えば、特許文献１に記載された積層型ガスセンサ素子がある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００２－２８６６８０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
排ガス中には、排気電極に付着して排気電極を被毒（劣化）させる被毒物質が含まれる。そのため、センサ素子において、排気電極に排ガスが導入される経路には、被毒物質を捕獲することができる多孔質保護層が設けられている。一方、大気電極に大気が導入される経路には、多孔質保護層は設けられていない。大気中に含まれる物質が大気電極に付着したとしても、大気電極の性能に大きな影響は与えないと考えているためである。
【０００５】
しかし、大気電極へ多量の大気が必要とされる場合等においては、大気電極に、より高い性能が要求され、大気電極に必要な性能を維持するために、大気電極を被毒（劣化）から保護する必要があることが判明した。このような場合としては、例えば、ガスセンサが、内燃機関の空燃比を検出する空燃比センサとして使用される場合に、内燃機関の空燃比が、理論空燃比に比べて極度な燃料リッチの状態になったとき等が考えられる。
【０００６】
本発明は、かかる課題に鑑みてなされたもので、被毒物質を捕獲して、大気導入経路へ必要とする酸素を供給することができるガスセンサを提供しようとして得られたものである。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の一態様は、大気（Ａ）が導入される大気導入経路（３６）を有するセンサ素子（２）を備え、
前記大気導入経路には、前記センサ素子の被毒物質を捕獲するためのトラップ層（５）が設けられている、ガスセンサ（１）にある。
【発明の効果】
【０００８】
前記一態様のガスセンサにおいては、センサ素子の大気導入経路にトラップ層が設けられている。これにより、センサ素子の大気導入経路に、大気中における多量の酸素が必要になった場合においても、大気中の被毒物質をトラップ層によって捕獲して、多量の酸素を大気導入経路へ供給することができる。
【０００９】
それ故、前記一態様のガスセンサによれば、被毒物質を捕獲して、大気導入経路へ必要とする酸素を供給することができる。
【００１０】
なお、本発明の一態様において示す各構成要素のカッコ書きの符号は、実施形態におけ

る図中の符号との対応関係を示すが、各構成要素を実施形態の内容のみに限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】図１は、実施形態にかかる、ガスセンサを示す断面図である。

【図２】図２は、実施形態にかかる、センサ素子を示す断面図である。

【図３】図３は、実施形態にかかる、センサ素子を示す、図２のIII－III断面図である。

【図４】図４は、実施形態にかかる、センサ素子を示す、図２のIV－IV断面図である。

【図５】図５は、実施形態にかかる、センサ素子における大気電極及びトラップ層の断面の写真である。

【図６】図６は、実施形態にかかる、センサ素子におけるトラップ層の断面を拡大して模式的に示す断面図である。

【図７】図７は、実施形態にかかる、図２の場合とトラップ層が異なる他のセンサ素子を示す断面図である。

【図８】図８は、実施形態にかかる、図２の場合とトラップ層が異なる他のセンサ素子を示す断面図である。

【図９】図９は、実施形態にかかる、図２の場合とトラップ層が異なる他のセンサ素子を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

前述したガスセンサにかかる好ましい実施形態について、図面を参照して説明する。

＜実施形態＞

本形態のガスセンサ１は、図１～図４に示すように、排ガスＧが導入されるガス室３５及び大気Ａが導入される大気導入経路としての大気ダクト３６を有するセンサ素子２を備える。大気ダクト３６の内部には、センサ素子２の被毒物質を捕獲するためのトラップ層５が設けられている。

【００１３】

図２～図４に示すように、センサ素子２は、イオン伝導性を有する固体電解質体３１と、固体電解質体３１に積層された第１絶縁体３３Ａ及び第２絶縁体３３Ｂと、固体電解質体３１の第１表面３０１に設けられた排気電極３１１と、固体電解質体３１の第２表面３０２における、排気電極３１１と対向する位置（排気電極３１１と積層方向Ｄに重なる位置）に設けられた大気電極３１２とを有する。排気電極３１１は、ガス室３５内に収容されて排ガスＧに晒される。大気電極３１２は、排気電極３１１と対になって使用されるものであり、大気ダクト３６内に収容されて大気Ａに晒される。

【００１４】

ガス室３５は、第１絶縁体３３Ａにおける、固体電解質体３１の第１表面３０１と対向する部位に形成されており、排ガスＧが導入されるとともに排気電極３１１を収容している。大気ダクト３６は、第２絶縁体３３Ｂにおける、固体電解質体３１の第２表面３０２と対向する部位に形成されており、大気Ａが導入されるとともに大気電極３１２を収容している。

【００１５】

以下に、本形態のガスセンサ１について詳説する。

（ガスセンサ１）

図１に示すように、ガスセンサ１は、車両の内燃機関（エンジン）の排気管７の取付口７１に配置され、排気管７を流れる排ガスＧを検出対象ガスとして、検出対象ガスにおける酸素濃度等を検出するために用いられる。ガスセンサ１は、排ガスＧにおける酸素濃度、未燃ガス濃度等に基づいて、内燃機関における空燃比を求める空燃比センサ（Ａ／Ｆセンサ）として用いることができる。また、ガスセンサ１は、空燃比センサ以外にも、酸素濃度を求める種々の用途として用いることができる。

【００１６】

排気管７には、排ガスＧ中の有害物質を浄化するための触媒が配置されており、ガスセンサ１は、排気管７における排ガスＧの流れ方向において、触媒の上流側又は下流側のいずれに配置することもできる。また、ガスセンサ１は、排ガスＧを利用して内燃機関が吸入する空気の密度を高める過給機の吸入側の配管に配置することもできる。また、ガスセンサ１を配置する配管は、内燃機関から排気管７に排気される排ガスＧの一部を、内燃機関の吸気管に再循環させる排気再循環機構における配管とすることもできる。

【００１７】

空燃比センサは、理論空燃比と比べて空気に対する燃料の割合が多い燃料リッチの状態から、理論空燃比と比べて空気に対する燃料の割合が少ない燃料リーンの状態まで定量的に連続して空燃比を検出することができるものである。空燃比センサにおいては、拡散抵抗部（拡散律速部）３２によって、ガス室３５へ導かれる排ガスＧの拡散速度が絞られる際に、排気電極３１１と大気電極３１２との間に、酸素イオン（O^{2-}）の移動量に応じた電流が出力される限界電流特性を示すための所定の電圧が印加される。

【００１８】

空燃比センサにおいて、燃料リーン側の空燃比を検出する際には、排ガスＧに含まれる酸素が、イオンとなって排気電極３１１から固体電解質体３１を介して大気電極３１２へ移動する際に生じる電流を検出する。また、空燃比センサにおいて、燃料リッチ側の空燃比を検出する際には、排ガスＧに含まれる未燃ガス（炭化水素、一酸化炭素、水素等）を反応させるために、大気電極３１２から固体電解質体３１を介して排気電極３１１へイオンとなった酸素が移動し、未燃ガスと酸素とが反応する際に生じる電流を検出する。

【００１９】

空燃比センサにおいて検出する空燃比が、例えば、Ａ／Ｆ＝１０（空気質量／燃料質量が１０である場合）以下等の、より燃料リッチ側の空燃比になるときには、大量の未燃ガスを燃焼させるために、大気電極３１２から固体電解質体３１を介して排気電極３１１へ、十分な量の酸素を移動させることが必要になる。この場合に、大気電極３１２に被毒物質が付着することによって、大気電極３１２が劣化した状態にあると、大気電極３１２における酸素分子を分解しイオン化する反応点の数が低下し、大気電極３１２から固体電解質体３１を介して排気電極３１１へ十分な酸素イオンを送り込むことが難しくなる。これにより、大気電極３１２の活性低下によって、燃料リッチ側の空燃比の検出性能が低下する。

【００２０】

本形態のセンサ素子２においては、大気ダクト３６内にトラップ層５が設けられていることにより、このトラップ層５によって、大気ダクト３６に導入された大気Ａ中の被毒物質を捕獲することができる。これにより、大気電極３１２の反応点の数の低下を抑制して、大気電極３１２から固体電解質体３１を介して排気電極３１１へ十分な酸素イオンを送り込むことができる。

【００２１】

（他のガスセンサ１）

ガスセンサ１は、ＮＯｘ（窒素酸化物）等の特定ガス成分の濃度を検出するセンサとしてもよい。ＮＯｘセンサにおいては、排気電極３１１に接触する排ガスＧの流れの上流側に、電圧の印加によって排気電極３１１から大気電極３１２へ酸素をポンピングするポンプ電極が配置される。大気電極３１２はポンプ電極に対して固体電解質体３１を介して対向する位置にも形成される。ガスセンサ１をＮＯｘセンサとして用いる場合には、大気ダクト３６内にトラップ層５が配置されていることにより、大気電極３１２の被毒を抑制して、ＮＯｘ濃度の検出性能の低下を抑制することができる。

【００２２】

（被毒物質）

大気電極３１２を被毒させるおそれがある、大気Ａ中の被毒物質には、車両のエンジンルーム等において発生するシロキサンガス等の有機高分子ガスがある。ガスセンサ１が配置された排気管７等の配管の外部における雰囲気ガスには、エンジンルームから流れる大

気Ａが含まれることが多い。大気電極３１２の被毒物質とは、大気電極３１２に付着して、大気電極３１２の性能を劣化させる性質を有する物質のことをいう。また、排ガスＧには、排気電極３１１を被毒させるおそれがある物質が含まれることがある。この場合には、排ガスＧに含まれる被毒物質は、例えば、図１に示すように、センサ素子２の表面に設けられた多孔質層３７によって捕獲される。

【００２３】

（センサ素子２）

図２～図４に示すように、本形態のセンサ素子２は、長尺の長方形状に形成されており、固体電解質体３１、排気電極３１１及び大気電極３１２、第１絶縁体３３Ａ、第２絶縁体３３Ｂ、ガス室３５、大気ダクト３６及び発熱体３４を備える。センサ素子２は、固体電解質体３１に、各絶縁体３３Ａ，３３Ｂ及び発熱体３４が積層された積層タイプのものである。

【００２４】

本形態において、センサ素子２の長尺方向Ｌとは、センサ素子２が長尺形状に延びる方向のことをいう。また、長尺方向Ｌに直交し、固体電解質体３１と各絶縁体３３Ａ，３３Ｂとが積層された方向、換言すれば、固体電解質体３１、各絶縁体３３Ａ，３３Ｂ及び発熱体３４が積層された方向を、積層方向Ｄという。また、長尺方向Ｌと積層方向Ｄとに直交する方向を、幅方向Ｗという。また、センサ素子２の長尺方向Ｌにおいて、排ガスＧに晒される側を先端側Ｌ１といい、先端側Ｌ１の反対側を後端側Ｌ２という。

【００２５】

（固体電解質体３１、排気電極３１１及び大気電極３１２）

図２及び図３に示すように、固体電解質体３１は、所定の活性温度において、酸素イオン（O^{2-}）の伝導性を有するものである。排気電極３１１は、固体電解質体３１における、排ガスＧが接触する第１表面３０１に設けられており、大気電極３１２は、固体電解質体３１における、大気Ａが接触する第２表面３０２に設けられている。排気電極３１１と大気電極３１２とは、センサ素子２の長尺方向Ｌにおける、排ガスＧに晒される先端側Ｌ１の部位において、固体電解質体３１を介して互いに対向している。センサ素子２の長尺方向Ｌの先端側Ｌ１の部位には、排気電極３１１及び大気電極３１２と、これらの電極３１１，３１２の間に挟まれた固体電解質体３１の部分とによる検知部２１が形成されている。第１絶縁体３３Ａは、固体電解質体３１の第１表面３０１に積層されており、第２絶縁体３３Ｂは、固体電解質体３１の第２表面３０２に積層されている。

【００２６】

固体電解質体３１は、ジルコニア系酸化物からなり、ジルコニアを主成分とし（５０質量％以上含有し）、希土類金属元素又はアルカリ土類金属元素によってジルコニアの一部を置換させた安定化ジルコニア又は部分安定化ジルコニアからなる。固体電解質体３１を構成するジルコニアの一部は、イットリア、スカンジア又はカルシアによって置換することができる。

【００２７】

排気電極３１１及び大気電極３１２は、酸素に対する触媒活性を示す貴金属としての白金、及び固体電解質体３１との共材としてのジルコニア系酸化物を含有している。共材は、固体電解質体３１にペースト状の電極材料を印刷（塗布）して両者を焼成する際に、電極材料によって形成される排気電極３１１及び大気電極３１２と固体電解質体３１との結合強度を維持するためのものである。

【００２８】

図２に示すように、排気電極３１１及び大気電極３１２には、これらの電極３１１，３１２をガスセンサ１の外部と電気接続するための電極リード部３１３が接続されている。電極リード部３１３は、センサ素子２の長尺方向Ｌの後端側Ｌ２の部位まで引き出されている。

【００２９】

（ガス室３５）

図２及び図３に示すように、固体電解質体３１の第１表面３０１には、第１絶縁体３３Ａと固体電解質体３１とに囲まれたガス室３５が隣接して形成されている。ガス室３５は、第１絶縁体３３Ａの長尺方向Ｌの先端側Ｌ１の部位において、排気電極３１１を収容する位置に形成されている。ガス室３５は、第１絶縁体３３Ａと拡散抵抗部３２と固体電解質体３１とによって閉じられた空間部として形成されている。排気管７内を流れる排ガスＧは、拡散抵抗部３２を通過してガス室３５内に導入される。

【００３０】

（拡散抵抗部３２）

本形態の拡散抵抗部３２は、ガス室３５の長尺方向Ｌの先端側Ｌ１に隣接して設けられている。拡散抵抗部３２は、第１絶縁体３３Ａにおいて、ガス室３５の長尺方向Ｌの先端側Ｌ１に隣接して開口された導入口内に配置されている。拡散抵抗部３２は、アルミナ等の多孔質の金属酸化物によって形成されている。ガス室３５に導入される排ガスＧの拡散速度（流量）は、排ガスＧが拡散抵抗部３２における気孔を透過する速度が制限されることによって決定される。

【００３１】

拡散抵抗部３２は、ガス室３５の幅方向Ｗの両側に隣接して形成してもよい。この場合には、拡散抵抗部３２は、第１絶縁体３３Ａにおいて、ガス室３５の幅方向Ｗの両側に隣接して開口された導入口内に配置される。なお、拡散抵抗部３２は、多孔質体を用いて形成する以外にも、ガス室３５に連通された小さな貫通穴であるピンホールを用いて形成することもできる。

【００３２】

（大気ダクト３６）

図２～図４に示すように、固体電解質体３１の第２表面３０２には、第２絶縁体３３Ｂと固体電解質体３１とに囲まれた大気ダクト３６が隣接して形成されている。大気ダクト３６は、第２絶縁体３３Ｂにおける、大気電極３１２を収容する長尺方向Ｌの部位から、センサ素子２の長尺方向Ｌにおける、大気Ａに晒される後端位置まで形成されている。センサ素子２の長尺方向Ｌの後端位置には、大気ダクト３６の大気導入部３６１としての後端開口部が形成されている。大気ダクト３６は、後端開口部から固体電解質体３１を介してガス室３５と積層方向Ｄに重なる位置まで形成されている。大気ダクト３６には、後端開口部から大気Ａが導入される。

【００３３】

大気ダクト３６における、長尺方向Ｌに直交する断面の断面積は、ガス室３５における、長尺方向Ｌに直交する断面の断面積よりも大きい。また、大気ダクト３６の積層方向Ｄの厚み（幅）は、ガス室３５の積層方向Ｄの厚み（幅）よりも大きい。大気ダクト３６の断面積、厚み、体積等が、ガス室３５の断面積、厚み、体積等よりも大きいことにより、排気電極３１１における未燃ガスを反応させるための、大気Ａ中の酸素を、大気ダクト３６から排気電極３１１へ十分に供給することができる。

【００３４】

（発熱体３４）

図２～図４に示すように、発熱体３４は、大気ダクト３６を形成する第２絶縁体３３Ｂ内に埋設されており、通電によって発熱する発熱部３４１と、発熱部３４１に繋がる発熱体リード部３４２とを有する。発熱部３４１は、固体電解質体３１と各絶縁体３３Ａ，３３Ｂとの積層方向Ｄにおいて、少なくとも一部が排気電極３１１及び大気電極３１２に重なる位置に配置されている。

【００３５】

また、発熱体３４は、通電によって発熱する発熱部３４１と、発熱部３４１の、長尺方向Ｌの後端側Ｌ２に繋がる一対の発熱体リード部３４２とを有する。発熱部３４１は、直線部分及び曲線部分によって蛇行する線状の導体部によって形成されている。本形態の発熱部３４１の直線部分は、長尺方向Ｌに平行に形成されている。発熱体リード部３４２は、直線状の導体部によって形成されている。発熱部３４１の単位長さ当たりの抵抗値は、

発熱体リード部３４２の単位長さ当たりの抵抗値よりも大きい。発熱体リード部３４２は、長尺方向Ｌの後端側Ｌ２の部位まで引き出されている。発熱体３４は、導電性を有する金属材料を含有している。

【００３６】

図４に示すように、本形態の発熱部３４１は、発熱体３４における長尺方向Ｌの先端側Ｌ１の位置において、長尺方向Ｌに蛇行する形状に形成されている。なお、発熱部３４１は、幅方向Ｗに蛇行して形成されていてもよい。発熱部３４１は、長尺方向Ｌに直交する積層方向Ｄにおいて、排気電極３１１及び大気電極３１２に対向する位置に配置されている。換言すれば、発熱部３４１は、センサ素子２の長尺方向Ｌの先端側Ｌ１の部位において、排気電極３１１及び大気電極３１２に対して積層方向Ｄに重なる位置に配置されている。

【００３７】

発熱部３４１の断面積は、発熱体リード部３４２の断面積よりも小さく、発熱部３４１の単位長さ当たりの抵抗値は、発熱体リード部３４２の単位長さ当たりの抵抗値よりも高い。この断面積とは、発熱部３４１及び発熱体リード部３４２が延びる方向に直交する面の断面積のことをいう。そして、一対の発熱体リード部３４２に電圧が印加されると、発熱部３４１がジュール熱によって発熱し、この発熱によって、検知部２１の周辺が加熱される。

【００３８】

発熱体リード部３４２からの通電によって発熱部３４１が発熱することにより、排気電極３１１、大気電極３１２、及び固体電解質体３１における、各電極３１１，３１２の間に挟まれた部分が、目標とする温度に加熱される。このとき、固体電解質体３１の長尺方向Ｌにおいては、発熱部３４１によって加熱されることによる温度分布であって発熱部３４１に近い部位ほど高温になる温度分布が形成される。トラップ層５は、温度分布における温度が５００℃以上になる位置に設けられている。換言すれば、ガスセンサ１の使用時において、トラップ層５が設けられた大気電極３１２は５００℃以上に加熱されており、トラップ層５も５００℃以上に加熱される。

【００３９】

大気ダクト３６における、発熱部３４１に対向する部位は、５００℃以上に加熱される。また、センサ素子２の長尺方向Ｌの先端から基端側Ｌ２へ１５ｍｍの範囲内は、５００℃以上に加熱される部位とすることができる。発熱部３４１の発熱量は、発熱部３４１の発熱中心が５５０～６５０℃になるようにすることができる。そして、センサ素子２の長尺方向Ｌの全長における、先端側Ｌ１の２０％の領域は、５００℃以上に加熱される部位とすることができる。

【００４０】

センサ素子２における温度が５００℃以上になる部位にトラップ層５を設けることにより、トラップ層５の付近に飛散する被毒物質を低分子化させることができる。これにより、被毒物質がトラップ層５に吸着（付着）しやすくするとともに、トラップ層５から被毒物質が離脱しにくくすることができる。

【００４１】

（各絶縁体３３Ａ，３３Ｂ）

図２及び図３に示すように、第１絶縁体３３Ａは、ガス室３５を形成するものであり、第２絶縁体３３Ｂは、大気ダクト３６を形成するとともに発熱体３４を埋設するものである。第１絶縁体３３Ａ及び第２絶縁体３３Ｂは、アルミナ（酸化アルミニウム）等の金属酸化物によって形成されている。各絶縁体３３Ａ，３３Ｂは、排ガスＧ又は大気Ａが透過することができない緻密体として形成されており、各絶縁体３３Ａ，３３Ｂには、気体が通過することができる気孔がほとんど形成されていない。

【００４２】

（多孔質層３７）

図１に示すように、センサ素子２の長尺方向Ｌの先端側Ｌ１の部位の全周には、排気電

極３１１に対する被毒物質、排気管７内に生じる凝縮水等を捕獲するための多孔質層３７が設けられている。多孔質層３７は、アルミナ等の多孔質のセラミックス（金属酸化物）によって形成されている。多孔質層３７の気孔率は、拡散抵抗部３２の気孔率よりも大きく、多孔質層３７を透過することができる排ガスＧの流量は、拡散抵抗部３２を透過することができる排ガスＧの流量よりも多い。

【００４３】

（ガスセンサ１の他の構成）

図１に示すように、ガスセンサ１は、センサ素子２の他に、センサ素子２を保持する第１インシュレータ４２、第１インシュレータ４２を保持するハウジング４１、第１インシュレータ４２に連結された第２インシュレータ４３、第２インシュレータ４３に保持されてセンサ素子２に接触する接点端子４４を備える。また、ガスセンサ１は、ハウジング４１の先端側Ｌ１の部分に装着されてセンサ素子２の先端側部分を覆う素子カバー４５Ａ，４５Ｂ、ハウジング４１の後端側Ｌ２の部分に装着されて第２インシュレータ４３、接点端子４４等を覆う大気カバー４６Ａ，４６Ｂ、接点端子４４に繋がるリード線４８を大気カバー４６Ａ，４６Ｂに保持するためのブッシュ４７等を備える。

【００４４】

センサ素子２の先端側部分及び素子カバー４５Ａ，４５Ｂは、内燃機関の排気管７内に配置される。素子カバー４５Ａ，４５Ｂには、検出対象ガスとしての排ガスＧを通過させるためのガス通過孔４５１が形成されている。素子カバー４５Ａ，４５Ｂは、インナーカバー４５Ａと、インナーカバー４５Ａを覆うアウターカバー４５Ｂとの二重構造を有する。素子カバー４５Ａ，４５Ｂは、一重構造のものとしてもよい。素子カバー４５Ａ，４５Ｂのガス通過孔４５１から素子カバー４５Ａ，４５Ｂ内に流入する排ガスＧは、センサ素子２の多孔質層３７及び拡散抵抗部３２を通過して排気電極３１１へと導かれる。

【００４５】

図１に示すように、大気カバー４６Ａ，４６Ｂは、内燃機関の排気管７の外部に配置される。本形態のガスセンサ１は、車載用のものであり、排気管７が配置された車両ボディは、内燃機関（エンジン）が配置されたエンジンルームに繋がっている。そして、大気カバー４６Ａ，４６Ｂの周辺には、エンジンルームにおける種々のゴム、樹脂、潤滑剤等から発生したガスが、大気Ａに混合されて流れる。このエンジンルーム内において発生したガスが、大気電極３１２を被毒するおそれがある被毒物質となる。エンジンルーム等において発生する被毒物質には、例えば、Ｓｉ（ケイ素）、Ｓ（硫黄）等がある。

【００４６】

本形態の大気カバー４６Ａ，４６Ｂは、ハウジング４１に取り付けられた第１カバー４６Ａと、第１カバー４６Ａを覆う第２カバー４６Ｂとによって構成されている。第１カバー４６Ａ及び第２カバー４６Ｂには、大気Ａを通過させるための大気通過孔４６１が形成されている。第１カバー４６Ａと第２カバー４６Ｂとの間における、大気通過孔４６１と対向する位置には、第１カバー４６Ａ内への水の浸入を防ぐための撥水フィルタ４６２が挟持されている。

【００４７】

センサ素子２における、大気ダクト３６の大気導入部３６１としての後端開口部は、大気カバー４６Ａ，４６Ｂ内の空間に開放されている。大気カバー４６Ａ，４６Ｂの大気通過孔４６１の周辺に存在する大気Ａは、撥水フィルタ４６２を経由して大気カバー４６Ａ，４６Ｂ内に取り込まれる。そして、撥水フィルタ４６２を通過した大気Ａは、センサ素子２の大気ダクト３６の大気導入部３６１としての後端開口部から大気ダクト３６内に流れ、大気ダクト３６内の大気電極３１２へと導かれる。

【００４８】

接点端子４４は、排気電極３１１及び大気電極３１２の各電極リード部３１３、発熱体３４の発熱体リード部３４２のそれぞれに接続されるよう、第２インシュレータ４３に複数配置されている。また、リード線４８は、接点端子４４のそれぞれに接続されている。

【００４９】

図１及び図２に示すように、ガスセンサ１におけるリード線４８は、ガスセンサ１におけるガス検出の制御を行うセンサ制御装置６に電気接続される。センサ制御装置６は、エンジンにおける燃焼運転を制御するエンジン制御装置と連携してガスセンサ１における電気制御を行うものである。センサ制御装置６には、排気電極３１１と大気電極３１２との間に流れる電流を測定する電流測定回路６１、排気電極３１１と大気電極３１２との間に電圧を印加する電圧印加回路６２、発熱体３４に通電を行うための通電回路等が形成されている。なお、センサ制御装置６は、エンジン制御装置内に構築してもよい。

【００５０】

（トラップ層５）

図２～図４に示すように、トラップ層５は、絶縁性の金属酸化物の多孔質体によって形成されている。具体的には、本形態のトラップ層５は、α－アルミナ（Al_2O_3，三方晶系の酸化アルミニウム）の多孔質体によって形成されている。トラップ層５は、金属酸化物としてのα－アルミナの粒子が、焼成によって互いに結合することによって形成されている。トラップ層５を構成する金属酸化物の粒子には、例えば、全体の９０質量％以上が０．５～１０μｍの粒径を有するα－アルミナの粒子を用いることができる。

【００５１】

材料比表面積が大きい微粒のアルミナ原料には、一般的に、アルミニウムアルコキシドの加水分解反応によって得られるアルミナ水和物が用いられる。アルミナ水和物は、高温加熱により、中間生成物であるγ－アルミナ、θ－アルミナ等を経て、高温安定なα－アルミナとなるが、α転移の際に粒成長するため、α－アルミナは比表面積が小さくなる。

【００５２】

排ガスＧ中の被毒物質を捕獲する多孔質層３７には、比表面積が比較的大きく、排ガスＧの温度程度においては結晶変態が生じないことを理由に、θ－アルミナを用いている。一方、大気Ａ中の被毒物質を捕獲するトラップ層５には、センサ素子２の焼成温度においても、結晶構造が安定であるα－アルミナを用いる。

【００５３】

トラップ層５にα－アルミナを用いることにより、センサ素子２とともにトラップ層５を焼成する際に、トラップ層５の結晶構造を安定して維持することができる。一方、トラップ層５にγ－アルミナ又はθ－アルミナを用いる場合には、トラップ層５を焼成する際に、トラップ層５を構成する金属酸化物の粒子、金属酸化物の粒子同士の接合界面等に、亀裂、剥離等が生じるおそれがある。

【００５４】

多孔質層３７は、センサ素子２が焼成された後に、センサ素子２の表面に浸漬法又は噴射法によって設けられる。多孔質層３７は、センサ素子２とともに焼成されることがなく、排ガスＧの温度に耐えられる結晶構造を有していればよい。一方、トラップ層５は、センサ素子２の内部において、固体電解質体３１、各絶縁体３３Ａ，３３Ｂ、排気電極３１１、大気電極３１２等とともに積層されて、焼成前のセンサ素子２の中間体となった後に、センサ素子２とともに焼成される。そのため、トラップ層５には、センサ素子２の焼成温度にも耐えられるα－アルミナを用いることが好ましい。

【００５５】

（マクロ気孔Ｋ１）

図５には、固体電解質体３１における大気電極３１２の表面に形成されたトラップ層５の断面を示す。また、図６には、トラップ層５の断面を拡大して示す。各図に示すように、トラップ層５においては、気体が通過することができる間隙が形成されている。より具体的には、トラップ層５には、金属酸化物の粒子Ｒの分布の偏りによって形成されたマクロ気孔Ｋ１と、マクロ気孔Ｋ１よりも小さく、金属酸化物の粒子Ｒの間に形成された粒子間空隙Ｋ２とが形成されている。

【００５６】

マクロ気孔Ｋ１は、センサ素子２を焼成するときに焼失される樹脂等の焼失剤Ｓを用いて形成することができる。焼失剤Ｓは増孔剤とも呼ばれる。より具体的には、トラップ層

５の形成においては、金属酸化物の粒子Ｒ、焼失剤Ｓ及び溶媒（水等）が含まれるペースト材料が用いられ、このペースト材料が塗布されたセンサ素子２が焼成される。このとき、ペースト材料において、焼失剤Ｓが焼失し、焼失剤Ｓが配置されていた部位に空洞としてのマクロ気孔Ｋ１が形成される。

【００５７】

マクロ気孔Ｋ１と粒子間空隙Ｋ２とは、互いに連通される状態で形成されていてもよい。本形態のマクロ気孔Ｋ１は、球状の焼失剤Ｓを用いて形成されたことにより、球状に近い状態で形成されている。マクロ気孔Ｋ１の中には、互いに隣接するマクロ気孔Ｋ１同士が繋がったものがある。また、マクロ気孔Ｋ１は、円柱状、針状等の形状に形成されていてもよい。また、トラップ層５における間隙は、マクロ気孔Ｋ１又は粒子間空隙Ｋ２のみによって形成されていてもよい。また、マクロ気孔Ｋ１は、焼失剤Ｓを用いない方法によって形成することもできる。

【００５８】

大気Ａ中に含まれる被毒物質は、トラップ層５に形成されたマクロ気孔Ｋ１及び粒子間空隙Ｋ２を通過する際に、このマクロ気孔Ｋ１内又は粒子間空隙Ｋ２内にトラップ（捕獲）されて、トラップ層５の全体を通過できなくなる。そして、大気Ａ中の酸素等は、トラップ層５に形成されたマクロ気孔Ｋ１及び粒子間空隙Ｋ２を通過して大気電極３１２に到達する。

【００５９】

（トラップ層５の形成位置）

図２～図４に示すように、トラップ層５は、固体電解質体３１の第２表面３０２に設けられた大気電極３１２の表面を覆う状態で設けられている。トラップ層５は、大気電極３１２に被毒物質が付着して大気電極３１２が被毒（劣化）することを抑制するためのものである。トラップ層５は、大気電極３１２を覆うとともに固体電解質体３１の第２表面３０２に接触して設けられている。トラップ層５は、大気ダクト３６の流路を埋めない状態、換言すれば大気ダクト３６を閉塞しない状態で設けられている。また、さらに換言すれば、トラップ層５は、大気ダクト３６を形成する第２絶縁体３３Ｂから離れた状態で設けられている。

【００６０】

また、大気ダクト３６は、トラップ層５が設けられた部位においても連続して形成されており、トラップ層５の表面の全体は、大気ダクト３６内の大気Ａに晒されている。トラップ層５によって大気ダクト３６の流路が埋まっていないことによって、大気ダクト３６内の大気Ａがトラップ層５を介して大気電極３１２に到達しやすい状態が形成されている。

【００６１】

トラップ層５は、大気電極３１２の全体を覆う状態で形成することができる。また、トラップ層５は、大気電極３１２の一部を覆う状態で形成することもできる。この場合には、例えば、トラップ層５は、大気電極３１２の表面の中心部分を覆う状態で形成することができ、また、大気電極３１２の表面の半分以上を覆う状態で形成することもできる。

【００６２】

図７に示すように、トラップ層５は、大気ダクト３６内における、大気電極３１２が設けられた位置よりも長尺方向Ｌの後端側Ｌ２の位置に設けることもできる。この場合には、トラップ層５は、大気ダクト３６の内部において、大気ダクト３６の流路を埋めない状態で、大気ダクト３６を形成する固体電解質体３１及び第２絶縁体３３Ｂの少なくとも一方の表面に設けることができる。大気ダクト３６の流路を埋めない状態とは、大気ダクト３６の長尺方向Ｌの一部に配置されたトラップ層５が、大気ダクト３６の長尺方向Ｌに直交する断面の一部に配置されている状態のことをいう。同図においては、トラップ層５は、大気電極３１２よりも長尺方向Ｌの後端側Ｌ２の位置において、固体電解質体３１の第２表面３０２に設けられている。この場合において、大気ダクト３６内を後端側Ｌ２から先端側Ｌ１へ流れる大気Ａがトラップ層５の周囲を通過するときに、大気Ａ中の被毒物質

がトラップ層５に捕獲される。

【００６３】

また、トラップ層５は、大気ダクト３６内における複数箇所に設けることもできる。この場合に、トラップ層５は、固体電解質体３１の第２表面３０２と、第２絶縁体３３Ｂの内面とにおける長尺方向Ｌに互いに異なる位置に設けることができる。この場合には、大気ダクト３６内における大気Ａは、トラップ層５の周囲を蛇行して後端側Ｌ２から先端側Ｌ１へ流れることができる。そして、トラップ層５の周囲を通過する大気Ａ中の被毒物質を、トラップ層５によって捕獲することができる。

【００６４】

また、図８に示すように、トラップ層５は、固体電解質体３１の第２表面３０２における大気電極３１２を覆う位置から、長尺方向Ｌの後端側Ｌ２に延長して設けられていてもよい。換言すれば、大気電極３１２の後端３１６から長尺方向Ｌの後端側Ｌ２に突出して形成されたトラップ層５の後端側部分５２の長尺方向Ｌの長さａ２は、大気電極３１２の先端３１５から長尺方向Ｌの先端側Ｌ１に突出して形成されたトラップ層５の先端側部分５１の長尺方向Ｌの長さａ１よりも長くすることができる。この場合には、大気ダクト３６内を通過する大気Ａ中の被毒物質が、トラップ層５によって捕獲されやすくすることができる。

【００６５】

なお、図９に示すように、トラップ層５は、大気ダクト３６の長尺方向Ｌにおける流路の一部を閉塞する状態で設けることもできる。大気ダクト３６の流路の一部を閉塞する状態とは、大気ダクト３６の長尺方向Ｌの一部に配置されたトラップ層５が、大気ダクト３６の長尺方向Ｌに直交する断面の全体に配置されている状態のことをいう。この場合には、トラップ層５は、大気電極３１２に対する長尺方向Ｌの後端側Ｌ２の位置に隣接して設けることができる。これにより、トラップ層５が５００℃以上の温度に加熱される状態を維持して、トラップ層５によって基準ガスＡにおける被毒物質を捕獲することができる。また、この場合には、トラップ層５を構成する多孔質体における間隙の量を多くし、トラップ層５を基準ガスＡが通過しやすくすることができる。

【００６６】

（トラップ層５の平均膜厚ｄ）

図５に示すように、大気電極３１２の表面におけるトラップ層５の平均膜厚（平均厚み）ｄは、１０μｍ以上５００μｍ以下とすることができる。平均膜厚ｄは、大気電極３１２の表面におけるトラップ層５の１０～１００箇所の部位の膜厚を測定し、これらの膜厚の平均値とすることができる。大気電極３１２の表面におけるトラップ層５は、全体ができるだけ均一な膜厚に形成することが好ましい。

【００６７】

大気電極３１２の表面におけるトラップ層５の平均膜厚ｄが１０μｍ未満である場合には、トラップ層５が薄く、被毒物質を吸着（付着）する能力が不足するおそれがある。一方、大気電極３１２の表面におけるトラップ層５の平均膜厚ｄが５００μｍ超過である場合には、トラップ層５が厚く、トラップ層５の通気ガス抵抗が大きくなり、換言すればガスの透過性能が低くなり、大気電極３１２へ十分な量の大気Ａを供給できないおそれがある。

【００６８】

（マクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅ）

図６に示すように、マクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅは、金属酸化物としてのα－アルミナの粒子の粒径よりも大きくすることができる。そして、マクロ気孔Ｋ１の大きさ、単位体積当たりの形成数等を変更して、トラップ層５における、被毒物質の捕獲のしやすさ、及び大気（空気）Ａの通過のしやすさを変更することができる。

【００６９】

トラップ層５におけるマクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅは、０．４μｍ以上となるようにすることができる。この構成により、トラップ層５が、被毒物質の捕獲によって目詰ま

りしにくくすることができる。また、マクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅは、例えば、トラップ層５の平均膜厚ｄよりも小さい、１０μｍ以下とすることができる。

【００７０】

また、マクロ気孔Ｋ１を焼失剤Ｓによって形成する場合には、マクロ気孔Ｋ１の大きさは、使用する焼失剤Ｓの大きさに比例する。そのため、使用する焼失剤Ｓの大きさを変更することにより、マクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅを変更することができる。また、使用する複数の焼失剤Ｓの大きさを揃えることにより、形成されるマクロ気孔Ｋ１の大きさも揃えることができる。マクロ気孔Ｋ１は、例えば、１～５μｍの大きさの範囲内の焼失剤Ｓを用いることによって、１～５μｍの大きさの範囲内に形成することができる。

【００７１】

マクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅは、トラップ層５を切断した断面に現れた、１０～１００個のマクロ気孔Ｋ１の気孔径の平均値とすることができる。マクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅは、トラップ層５を切断した断面をＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）等によって観察し、単位断面積に含まれる複数のマクロ気孔Ｋ１の最大長さを測定し、最大長さを平均化して求めることができる。

【００７２】

また、マクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅは、トラップ層５を切断した断面を観察したときに、この断面における複数の測定ラインＸを設定する。そして、各測定ラインＸにおける、各マクロ気孔Ｋ１の長さｍとマクロ気孔Ｋ１の数ｎ１とを測定し、測定ラインＸ全体におけるマクロ気孔Ｋ１の長さｍの平均値を、Σｍ／ｎ１によって求める。さらに、測定ラインＸの数をｎとしたとき、マクロ気孔Ｋ１の平均気孔径φｅは、$\phi e = \Sigma_n (\Sigma m / n1) / n$の式によって表すことができる。

【００７３】

トラップ層５の断面における各測定ラインＸは、トラップ層５の断面において等間隔に設定することができる。マクロ気孔Ｋ１の長さｍは、ＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）を用いて観察することができる。

【００７４】

（トラップ層５の拡散屈曲係数ｆ）

図５に示すように、トラップ層５においては、大気Ａが通過する、マクロ気孔Ｋ１及び粒子間空隙Ｋ２による間隙の経路がより長くなるほど、被毒物質を捕獲しやすくなると言える。一方、大気Ａが通過する間隙の経路が長くなり過ぎると、大気Ａが大気電極３１２に到達しにくくなり、ガスセンサ１の検出性能に影響を与える場合がある。また、大気Ａが通過する間隙の経路が長くなり過ぎると、間隙に捕獲された被毒物質がトラップ層５の目詰まりを起こすおそれもある。本形態においては、間隙の経路の長さに関連する尺度として、トラップ層５の拡散屈曲係数ｆを用いる。

【００７５】

拡散屈曲係数ｆは、トラップ層５を切断した断面を観察したときに、この断面における複数の測定ラインＸを設定し、各測定ラインＸにおける、マクロ気孔Ｋ１の長さｍの総和Σｍをトラップ層５の長さ（厚み）ｄによって除算した値の平均値として表すことができる。測定ラインＸの数をｎとしたとき、$f = \Sigma_n (\Sigma m / d) / n$の式によって表すことができる。トラップ層５の長さｄは、測定ラインＸごとに測定することができる。

【００７６】

（センサ素子２の製造方法）

センサ素子２を製造する際には、固体電解質体３１を構成するシートに、排気電極３１１及び大気電極３１２を構成するペースト材料を印刷（塗布）し、第２絶縁体３３Ｂを構成するシートには、発熱体３４を構成するペースト材料を印刷（塗布）する。また、大気電極３１２を構成するペースト材料の表面には、トラップ層５を構成するペースト材料を印刷（塗布）する。そして、固体電解質体３１を構成するシート、第１絶縁体３３Ａを構成するシート、第２絶縁体３３Ｂを構成するシート等を、互いに積層するとともに接着層を介して接着する。その後、各シート、各ペースト材料によって形成されたセンサ素子２

の中間体を、所定の焼成温度において焼成して、センサ素子２を形成する。
【００７７】
センサ素子２の中間体を焼成する際に、トラップ層５を構成するペースト材料に焼失剤Ｓが含まれている場合には、中間体が加熱されたときに焼失剤Ｓが焼失する。そして、中間体において焼失剤Ｓが配置されていた箇所にマクロ気孔Ｋ１が形成されて、センサ素子２が形成される。
【００７８】
（他のセンサ素子２の構成）
センサ素子２は、大気ダクト３６及び大気電極３１２を用いる代わりに、参照電極を用いたものとすることもできる。この場合には、センサ素子２の固体電解質体３１の第２表面３０２における、排気電極３１１と積層方向Ｄに重なる位置には、排気電極３１１と対になって使用される参照電極を配置することができる。参照電極は、固体電解質体３１の第２表面３０２と第２絶縁体３３Ｂの表面との間に埋設される。そして、参照電極に大気Ａを導入する大気導入経路は、固体電解質体３１の第２表面３０２と第２絶縁体３３Ｂの表面との境界位置に配置された参照電極の電極リード部３１３とすることができる（図２参照）。
【００７９】
この場合には、センサ素子２の後端位置に存在する大気Ａ中の酸素は、参照電極の電極リード部３１３を長尺方向Ｌの後端側Ｌ２から先端側Ｌ１へ移動し、参照電極に供給される。この場合には、センサ素子２の長尺方向Ｌの後端位置における電極リード部３１３の周辺に、トラップ層５を設けることができる。
【００８０】
（作用効果）
本形態のガスセンサ１のセンサ素子２においては、大気ダクト３６内における、固体電解質体３１の第２表面３０２に設けられた大気電極３１２を覆う状態で、トラップ層５が設けられている。これにより、センサ素子２の大気ダクト３６及び大気電極３１２に、大気Ａ中における多量の酸素が必要になった場合においても、大気Ａ中の被毒物質をトラップ層５によって捕獲して、多量の酸素を大気ダクト３６及び大気電極３１２へ供給することができる。
【００８１】
より具体的には、本形態のガスセンサ１は空燃比センサとして用いられ、内燃機関の空燃比がＡ／Ｆ＝１０以下の燃料リッチ側にあるときには、排気電極３１１に接触する未燃ガスを反応させるために、大気電極３１２に多量の酸素が必要とされる。このとき、大気電極３１２が被毒物質の付着によって劣化した状態にあると、大気電極３１２が十分に機能せず、燃料リッチ側の空燃比を示す電流出力が十分に得られないおそれがある。そして、燃料リッチ側における空燃比の検出精度を悪化させるおそれがある。
【００８２】
本形態のガスセンサ１においては、大気ダクト３６を埋めずに、大気電極３１２を覆う状態でトラップ層５が設けられていることにより、大気電極３１２への大気Ａの供給量を確保したまま、大気電極３１２が被毒物質によって劣化しにくくすることができる。これにより、ガスセンサ１による燃料リッチ側の空燃比の検出精度を高めることができる。
【００８３】
それ故、本形態のガスセンサ１によれば、被毒物質を捕獲して大気電極３１２の劣化を抑制するとともに、大気ダクト３６及び大気電極３１２へ必要とする酸素を供給することができる。また、ガスセンサ１によるガス検出の精度を高めることができる。
【００８４】
＜確認試験＞
本確認試験においては、空燃比が燃料リッチであるＡ／Ｆ＝１０である場合を想定し、センサ素子２におけるトラップ層５の温度［℃］、平均膜厚ｄ［μｍ］、平均気孔径φｅ［μｍ］又は拡散屈曲係数ｆ［－］が変化したときに、ガスセンサの出力精度を維持でき

るかについて確認した。ガスセンサの試験サンプルは、トラップ層５の温度、平均膜厚ｄ、平均気孔径φｅ又は拡散屈曲係数ｆが異なる試験品１～８及び比較品１～３とした。

【００８５】

トラップ層５の平均膜厚ｄ、平均気孔径φｅ及び拡散屈曲係数ｆは、実施形態に示すものとし、実施形態に示す方法によって測定した。試験サンプルにおけるトラップ層５は、固体電解質体３１の第２表面３０２における大気電極３１２の全体を覆うように設けた場合と、大気ダクト３６内における、大気電極３１２の配置箇所よりも長尺方向Ｌの後端側Ｌ２の位置に設けた場合とがある。前者の場合を「電極位置」として示し、後者の場合を「ダクト位置」として示す。また、「電極位置」と「ダクト位置」との両方に設けた場合もある。

【００８６】

ガスセンサの試験サンプルにおいて、Ａ／Ｆ＝１０の空燃比を出力する場合には、排気電極３１１と大気電極３１２との間に、－０．７ｍＡの出力電流（排気電極３１１から大気電極３１２へ０．７ｍＡの電流が流れる状態）が出力される。そして、本確認試験においては、排気電極３１１と大気電極３１２との間に、－０．３Ｖの電圧（大気電極３１２がマイナス側（低電圧側）になる電圧）を印加することによって、Ａ／Ｆ＝１０の空燃比を示す出力電流が出力される状態を形成する。

【００８７】

また、ガスセンサの試験サンプルの大気ダクト３６に取り込まれる大気Ａ中には、１０ｐｐｍ（体積比）の濃度のシロキサンガスを含有させた。シロキサンガスとは、シロキサン結合（Ｓｉ－Ｏ－Ｓｉ結合）を持つ化合物のことをいう。そして、－０．３Ｖの電圧を印加する状態、及び１０ｐｐｍのシロキサンガスを含む大気Ａ中に試験サンプルを配置する状態を８時間継続した後、試験サンプルにおける排気電極３１１と大気電極３１２との間の出力電流が－０．７ｍＡよりも低下したか（－０．７ｍＡよりもプラス側に振れたか）を確認した。

【００８８】

試験品１～８及び比較品１～３の構成、及び確認試験の結果である出力電流の評価を表１に示す。

【表１】

（表1）

	電極形成位置	温度[℃]	平均膜厚 d[μm]	平均気孔径 e[μm]	拡散屈曲係数 f[－]	出力電流の評価
試験品1	ダクト位置	500	100	2	0.5	good
試験品2	ダクト位置	500	500	2	0.5	good
試験品3	電極位置	700	10	2	0.5	good
試験品4	電極位置	700	100	2	0.5	good
試験品5	電極位置	700	500	2	0.5	good
試験品6	電極位置	700	500	0.4	0.2	good
試験品7	電極位置	700	100	5	0.5	good
試験品8	電極位置＋ダクト位置	700	10	2	0.5	good
比較品1	ダクト位置	300	100	2	0.5	poor
比較品2	ダクト位置	500	1000	2	0.1以下	－
比較品3	電極位置	700	100	0.3	0.1以下	poor

【００８９】

表１の出力電流の評価において、出力電流が－０．７ｍＡよりも低下した場合を「poor」によって示し、出力電流が－０．７ｍＡを維持できた場合を「good」によって示す。また、出力電流が測定不能であった場合を「－」によって示す。

【００９０】

同表に示すように、比較品１においては、トラップ層５が配置された位置の温度が３００℃と低いために、出力電流が－０．７ｍＡよりも低下した。また、比較品２においては、トラップ層５の平均膜厚ｄが１０００μｍと大きく、トラップ層５の拡散屈曲係数ｆが０．１以下と小さいために、出力電流が得られなかった。また、比較品３においては、トラップ層５の平均気孔径φｅが０．３μｍと小さく、トラップ層５の拡散屈曲係数ｆが０．１以下と小さいために、トラップ層５が目詰まりを起こし、出力電流が－０．７ｍＡよりも低下した。そして、比較品１～３については、出力電流の評価が「poor」又は「－」となり、ガスセンサの出力精度が維持できないことが分かった。

【００９１】

一方、試験品１～８については、トラップ層５の温度、平均膜厚ｄ、平均気孔径φｅ及び拡散屈曲係数ｆのいずれも適切であり、出力電流の評価が「good」となった。そして、トラップ層５が被毒物質を適切に吸着し、ガスセンサの出力精度を高く維持できることが分かった。

【００９２】

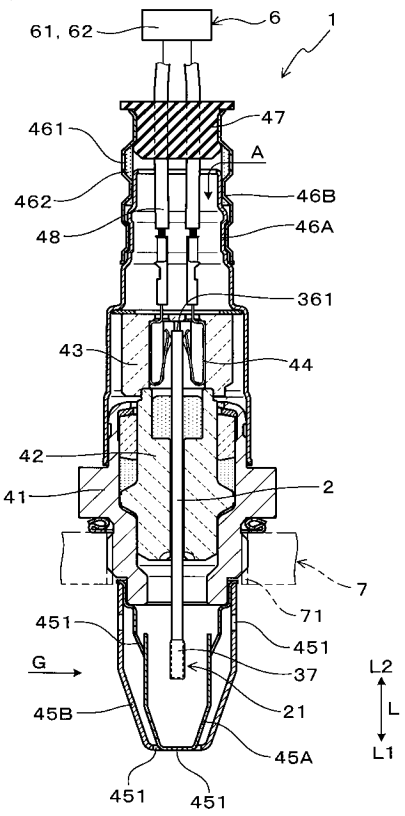
本発明は、実施形態のみに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲においてさらに異なる実施形態を構成することが可能である。また、本発明は、様々な変形例、均等範囲内の変形例等を含む。さらに、本発明から想定される様々な構成要素の組み合わせ、形態等も本発明の技術思想に含まれる。

【符号の説明】

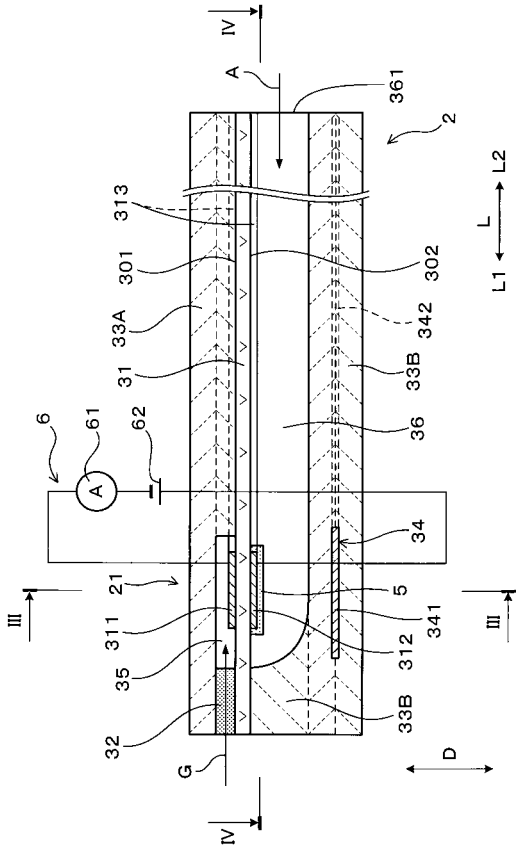
【００９３】

１　ガスセンサ
２　センサ素子
３１　固体電解質体
３１１　排気電極
３１２　大気電極
３３Ａ，３３Ｂ　絶縁体
３６　大気ダクト（大気導入経路）
５　トラップ層

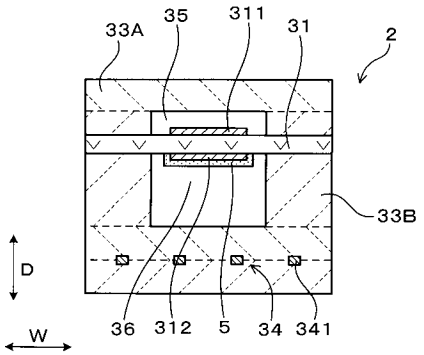
【図１】
（図１）



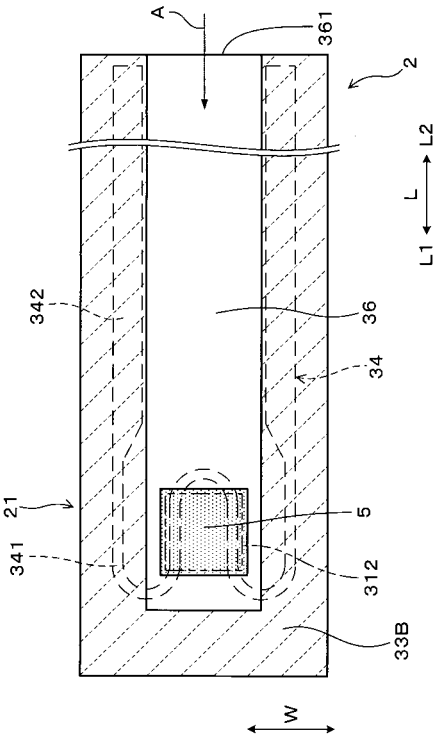
【図２】
（図２）



【図３】
（図３）

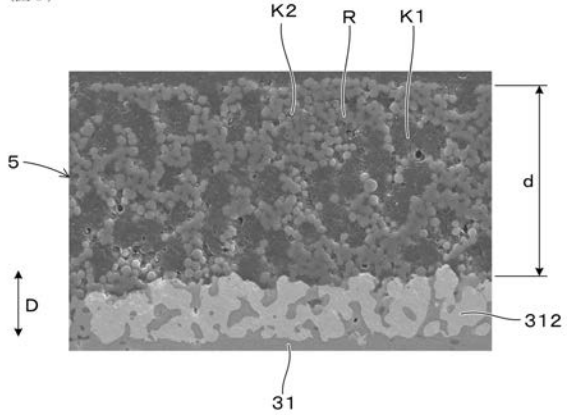


【図４】
（図４）



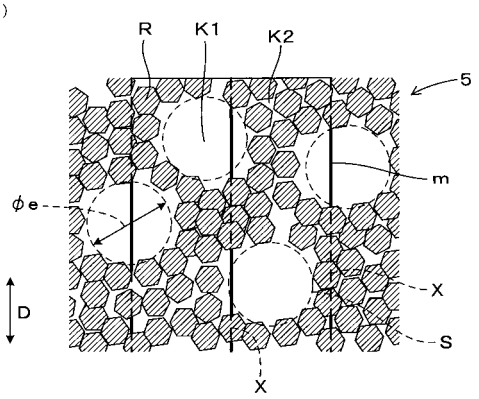
【図５】

(図５)



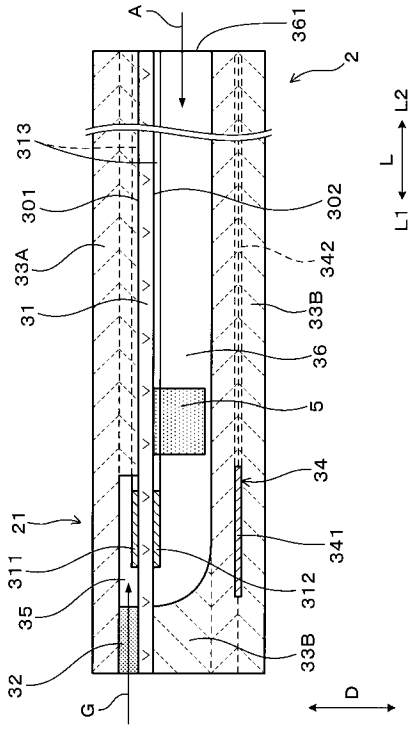
【図６】

(図６)



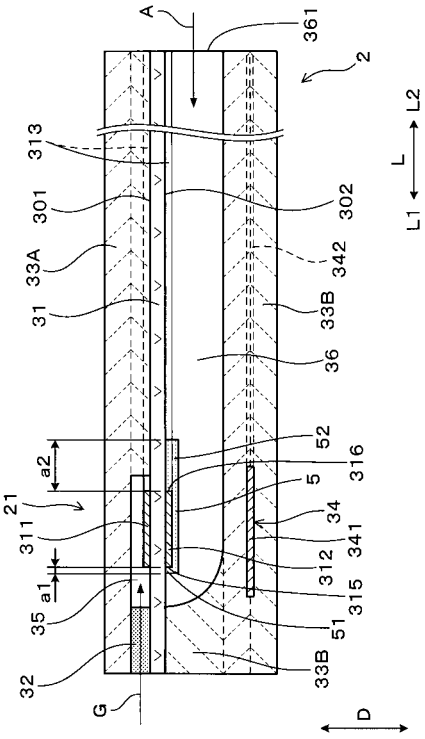
【図７】

(図７)



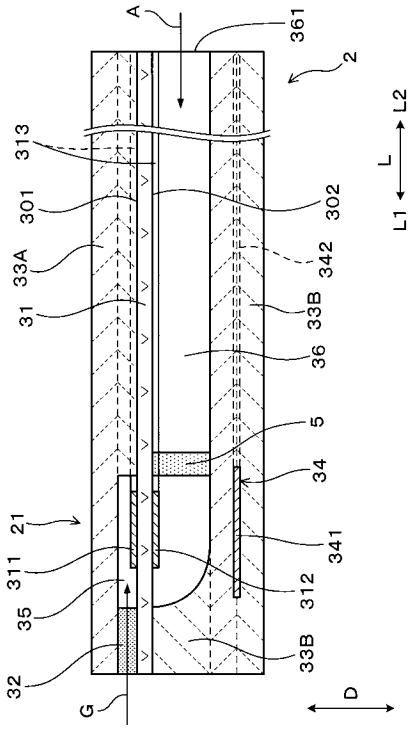
【図８】

(図８)



【図９】

(図９)


A
361
2
313
301
302
L
L2
L1
33A
342
31
33B
36
5
34
21
341
311
312
35
33B
32
G
D