

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6702342号
(P6702342)

(45) 発行日 令和2年6月3日 (2020. 6. 3)

(24) 登録日 令和2年5月11日 (2020. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 27/41 (2006. 01)

GO 1 N 27/41 3 2 5 Z

GO 1 N 27/409 (2006. 01)

GO 1 N 27/409 1 0 0

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-18540 (P2018-18540)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成30年2月5日 (2018. 2. 5)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2018-185289 (P2018-185289A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成30年11月22日 (2018. 11. 22)	(74) 代理人	110000648
審査請求日	令和1年6月13日 (2019. 6. 13)		特許業務法人あいち国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2017-84568 (P2017-84568)	(72) 発明者	中江 誠
(32) 優先日	平成29年4月21日 (2017. 4. 21)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		社デンソー内
		(72) 発明者	今田 将太
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		審査官	黒田 浩一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筒状の筒部（31）の先端部が曲面状の底部（32）によって閉塞された有底筒状の固体電解質体（3）と、

少なくとも前記筒部の外側面（301）に設けられて、前記固体電解質体の外側に導かれる検出ガス（G）に晒される検出電極（4A）と、

少なくとも前記筒部の内側面（302）に設けられて、前記固体電解質体の内側に導かれる基準ガス（G）に晒される基準電極（4B）と、を有するセンサ素子（2）を備えるガスセンサ（1）において、

前記検出電極は、

前記筒部の中心軸線（O）に沿った軸方向（L）の先端側の位置において、前記中心軸線を中心とする周方向（C）の全周又は一部に設けられた検知電極部（41）と、

前記軸方向の基端側の位置において、前記周方向の全周又は一部に設けられ、前記筒部の外周に装着された端子金具（71）と接触する装着電極部（43）と、

前記検知電極部と前記装着電極部とを繋ぐ位置において、前記周方向の一部に設けられ、前記装着電極部に比べて前記周方向における形成範囲が狭いリード電極部（42）と、を有し、

前記固体電解質体の前記筒部と前記装着電極部及び前記リード電極部との間には、前記固体電解質体と前記装着電極部及び前記リード電極部との間を絶縁する絶縁層（22）が設けられており、

前記筒部の前記軸方向における基端側の端部には、前記絶縁層が設けられずに前記筒部の前記外側面が露出する部分が形成されている、ガスセンサ。

【請求項 2】

筒状の筒部（31）の先端部が曲面状の底部（32）によって閉塞された有底筒状の固体電解質体（3）と、

少なくとも前記筒部の外側面（301）に設けられて、前記固体電解質体の外側に導かれる検出ガス（G）に晒される検出電極（4A）と、

少なくとも前記筒部の内側面（302）に設けられて、前記固体電解質体の内側に導かれる基準ガス（G）に晒される基準電極（4B）と、を有するセンサ素子（2）を備えるガスセンサ（1）において、

前記検出電極は、

前記筒部の中心軸線（O）に沿った軸方向（L）の先端側の位置において、前記中心軸線を中心とする周方向（C）の全周又は一部に設けられた検知電極部（41）と、

前記軸方向の基端側の位置において、前記周方向の全周又は一部に設けられ、前記筒部の外周に装着された端子金具（71）と接触する装着電極部（43）と、

前記検知電極部と前記装着電極部とを繋ぐ位置において、前記周方向の一部に設けられ、前記装着電極部に比べて前記周方向における形成範囲が狭いリード電極部（42）と、を有し、

前記固体電解質体の前記筒部と前記装着電極部及び前記リード電極部との間には、前記固体電解質体と前記装着電極部及び前記リード電極部との間を絶縁する絶縁層（22）が設けられており、

前記絶縁層の前記軸方向における基端側の端部は、前記装着電極部における前記軸方向の基端側の端部よりも基端側まで設けられて、前記筒部の外側面に露出しており、かつ、前記筒部の前記軸方向の基端側から先端側に向けて前記筒部の外周に装着される前記端子金具を案内するよう、前記筒部の前記軸方向の基端側へ行くほど前記中心軸線を中心とする径方向（R）の厚みが縮小するテーパ状表面（221）を有する、ガスセンサ。

【請求項 3】

前記中心軸線に対する前記テーパ状表面の傾斜角度は、60°以下である、請求項2に記載のガスセンサ。

【請求項 4】

筒状の筒部（31）の先端部が曲面状の底部（32）によって閉塞された有底筒状の固体電解質体（3）と、

少なくとも前記筒部の外側面（301）に設けられて、前記固体電解質体の外側に導かれる検出ガス（G）に晒される検出電極（4A）と、

少なくとも前記筒部の内側面（302）に設けられて、前記固体電解質体の内側に導かれる基準ガス（G）に晒される基準電極（4B）と、を有するセンサ素子（2）を備えるガスセンサ（1）において、

前記検出電極は、

前記筒部の中心軸線（O）に沿った軸方向（L）の先端側の位置において、前記中心軸線を中心とする周方向（C）の全周又は一部に設けられた検知電極部（41）と、

前記軸方向の基端側の位置において、前記周方向の全周又は一部に設けられ、前記筒部の外周に装着された端子金具（71）と接触する装着電極部（43）と、

前記検知電極部と前記装着電極部とを繋ぐ位置において、前記周方向の一部に設けられ、前記装着電極部に比べて前記周方向における形成範囲が狭いリード電極部（42）と、を有し、

前記固体電解質体の前記筒部と前記装着電極部及び前記リード電極部との間には、前記固体電解質体と前記装着電極部及び前記リード電極部との間を絶縁する絶縁層（22）が設けられており、

前記絶縁層の前記軸方向における基端側の端部（222）は、前記筒部の外側面から前記筒部の基端側の端面（311）まで連続して設けられており、

10

20

30

40

50

前記筒部の基端側の角部に位置する前記絶縁層の角部（２２３）は、曲面状に形成されている、ガスセンサ。

【請求項５】

前記基準電極に接触する前記基準ガスと、前記検出電極に接触する前記検出ガスとの酸素濃度の差によって、前記固体電解質体を介して前記検出電極と前記基準電極との間に生じる起電力を検出するよう構成されている、請求項１～４のいずれか１項に記載のガスセンサ。

【請求項６】

前記固体電解質体の前記筒部の外側面には、少なくとも前記検出電極の前記検知電極部の全体を覆い、前記検出ガスの拡散を制限する拡散抵抗層（２１）が設けられており、

10

前記検出電極と前記基準電極との間に電圧が印加された状態において、前記固体電解質体を介して前記検出電極と前記基準電極との間に生じる限界電流を検出するよう構成されている、請求項１～４のいずれか１項に記載のガスセンサ。

【請求項７】

前記絶縁層における、前記筒部と前記装着電極部及び前記リード電極部との間に位置する部位の最小厚みは、４μm以上である、請求項１～６のいずれか１項に記載のガスセンサ。

【請求項８】

前記固体電解質体は、ジルコニアを含有し、

前記基準電極及び前記検出電極は、貴金属を含有し、

20

前記絶縁層は、酸化アルミニウム、スピネル及び絶縁性ガラスのうちの少なくとも１種類以上を含有する、請求項１～７のいずれか１項に記載のガスセンサ。

【請求項９】

前記ガスセンサは、前記検出ガスとしての排ガスが流れる、内燃機関（８）の排気管（８１）内に配置されるものであり、

前記排気管内には、１つの触媒（８２Ａ）、又は前記排ガスの流れの方向に並んで複数の触媒（８２Ａ，８２Ｂ）が配置されており、

前記ガスセンサは、少なくとも１つの前記触媒よりも、前記排気管内の前記排ガスの流れの下流側に配置されるものである、請求項１～８のいずれか１項に記載のガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【０００１】

本発明は、固体電解質体に電極が設けられたセンサ素子を有するガスセンサに関する。

【背景技術】

【０００２】

内燃機関の排気管に配置されるガスセンサは、排気管内を流れる排ガスを検出ガスとし、この検出ガスと大気等の基準ガスとの酸素濃度の差等を利用して、ガス検出を行う。ガスセンサには、排ガスの組成から求められる内燃機関の空燃比が、理論空燃比に対して燃料リッチ側にあるか燃料リーン側にあるかを検出する酸素センサとしての用途、排ガスから求められる内燃機関の空燃比を定量的に検出する空燃比センサとしての用途等がある。

40

【０００３】

ガスセンサにおいては、有底筒状の固体電解質体の内側面及び外側面に電極を配置した有底筒状のセンサ素子、又は板状の固体電解質体の両面に電極を配置した板状のセンサ素子が用いられる。そして、ガスセンサを酸素センサとして用いる場合には、検出ガスと基準ガスとの酸素濃度の差に応じて、固体電解質体を介する一対の電極の間に生じる起電力を検出している。また、ガスセンサを空燃比センサとして用いる場合には、一対の電極の間に電圧を印加しておき、検出ガスの酸素濃度に応じて、固体電解質体を介する一対の電極の間に流れる電流を検出している。

【０００４】

有底筒状のセンサ素子における、検出ガスに晒される検出電極は、固体電解質体における

50

先端側部分の全周に形成され、ヒータの発熱部によって目標とする温度に加熱される検知部と、検知部から基端側に引き出されたリード部とを有する形状に形成することが多い。そして、検知部のみにあって、固体電解質体を介する酸素の移動が生じるようにするため、リード部と固体電解質体との間に、絶縁層を設けることが知られている。

【0005】

このようなセンサ素子としては、例えば、特許文献1に記載された酸素センサがある。この酸素センサにおいては、固体電解質体と検出電極のリード部との間に、絶縁体による絶縁層が設けられており、ガス検出を行う際に機能する検出電極の面積を規定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0006】

【特許文献1】特開平6-201641号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、発明者らの鋭意研究の結果、センサ素子の基端側部分が400以上の高温になる環境下においては、ガスセンサのセンサ出力が本来は理論空燃比の出力になる検出ガスの組成の状態においても、このセンサ出力にずれが生じ、このセンサ出力が理論空燃比相当の出力にならない場合があることが判明した。この原因は、センサ素子の基端側部分が高温になったことにより、センサ素子の基端側部分における固体電解質体、検出電極のリード部及び基準電極が活性化し、センサ素子の基端側部分に存在する大気等の基準ガス中の酸素が固体電解質体を移動して、検出電極のリード部と基準電極との間にリーク電流が生じたためであることが分かった。特に、検出電極のリード部における、端子金具が装着された部分においてリーク電流が生じていることが分かった。

20

【0008】

特許文献1等においては、検出ガスに晒される検出電極の部分又はリード部について、絶縁層を設けることが行われている。しかし、センサ素子における先端側部分は検出ガスに晒される一方、センサ素子における基端側部分はハウジングに固定されるために、検出ガスには晒されない。特許文献1における絶縁層は、ガス検出を行う際に機能する検出電極の面積を規定するために設けている。そのため、絶縁層は、検出ガスに晒されない部分であって、端子金具が装着されるリード部の基端側部分にまで設けることは考えられていない。

30

【0009】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたもので、検出電極の装着電極部と基準電極との間にリーク電流が生じることを防止して、ガス検出の精度を向上させ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】

【0010】

本発明の一態様は、筒状の筒部(31)の先端部が曲面状の底部(32)によって閉塞された有底筒状の固体電解質体(3)と、

40

少なくとも前記筒部の外側面(301)に設けられて、前記固体電解質体の外側に導かれる検出ガス(G)に晒される検出電極(4A)と、

少なくとも前記筒部の内側面(302)に設けられて、前記固体電解質体の内側に導かれる基準ガス(G)に晒される基準電極(4B)と、を有するセンサ素子(2)を備えるガスセンサ(1)において、

前記検出電極は、

前記筒部の中心軸線(O)に沿った軸方向(L)の先端側の位置において、前記中心軸線を中心とする周方向(C)の全周又は一部に設けられた検知電極部(41)と、

前記軸方向の基端側の位置において、前記周方向の全周又は一部に設けられ、前記筒部の外周に装着された端子金具(71)と接触する装着電極部(43)と、

50

前記検知電極部と前記装着電極部とを繋ぐ位置において、前記周方向の一部に設けられ、前記装着電極部に比べて前記周方向における形成範囲が狭いリード電極部（４２）と、を有し、

前記固体電解質体の前記筒部と前記装着電極部及び前記リード電極部との間には、前記固体電解質体と前記装着電極部及び前記リード電極部との間を絶縁する絶縁層（２２）が設けられており、

前記筒部の前記軸方向における基端側の端部には、前記絶縁層が設けられずに前記筒部の前記外側面が露出する部分が形成されている、ガスセンサにある。

本発明の他の態様は、筒状の筒部（３１）の先端部が曲面状の底部（３２）によって閉塞された有底筒状の固体電解質体（３）と、

少なくとも前記筒部の外側面（３０１）に設けられて、前記固体電解質体の外側に導かれる検出ガス（Ｇ）に晒される検出電極（４Ａ）と、

少なくとも前記筒部の内側面（３０２）に設けられて、前記固体電解質体の内側に導かれる基準ガス（Ｇ）に晒される基準電極（４Ｂ）と、を有するセンサ素子（２）を備えるガスセンサ（１）において、

前記検出電極は、

前記筒部の中心軸線（Ｏ）に沿った軸方向（Ｌ）の先端側の位置において、前記中心軸線を中心とする周方向（Ｃ）の全周又は一部に設けられた検知電極部（４１）と、

前記軸方向の基端側の位置において、前記周方向の全周又は一部に設けられ、前記筒部の外周に装着された端子金具（７１）と接触する装着電極部（４３）と、

前記検知電極部と前記装着電極部とを繋ぐ位置において、前記周方向の一部に設けられ、前記装着電極部に比べて前記周方向における形成範囲が狭いリード電極部（４２）と、を有し、

前記固体電解質体の前記筒部と前記装着電極部及び前記リード電極部との間には、前記固体電解質体と前記装着電極部及び前記リード電極部との間を絶縁する絶縁層（２２）が設けられており、

前記絶縁層の前記軸方向における基端側の端部は、前記装着電極部における前記軸方向の基端側の端部よりも基端側まで設けられて、前記筒部の外側面に露出しており、かつ、前記筒部の前記軸方向の基端側から先端側に向けて前記筒部の外周に装着される前記端子金具を案内するよう、前記筒部の前記軸方向の基端側へ行くほど前記中心軸線を中心とする径方向（Ｒ）の厚みが縮小するテーパ状表面（２２１）を有する、ガスセンサにある。

本発明のさらに他の態様は、筒状の筒部（３１）の先端部が曲面状の底部（３２）によって閉塞された有底筒状の固体電解質体（３）と、

少なくとも前記筒部の外側面（３０１）に設けられて、前記固体電解質体の外側に導かれる検出ガス（Ｇ）に晒される検出電極（４Ａ）と、

少なくとも前記筒部の内側面（３０２）に設けられて、前記固体電解質体の内側に導かれる基準ガス（Ｇ）に晒される基準電極（４Ｂ）と、を有するセンサ素子（２）を備えるガスセンサ（１）において、

前記検出電極は、

前記筒部の中心軸線（Ｏ）に沿った軸方向（Ｌ）の先端側の位置において、前記中心軸線を中心とする周方向（Ｃ）の全周又は一部に設けられた検知電極部（４１）と、

前記軸方向の基端側の位置において、前記周方向の全周又は一部に設けられ、前記筒部の外周に装着された端子金具（７１）と接触する装着電極部（４３）と、

前記検知電極部と前記装着電極部とを繋ぐ位置において、前記周方向の一部に設けられ、前記装着電極部に比べて前記周方向における形成範囲が狭いリード電極部（４２）と、を有し、

前記固体電解質体の前記筒部と前記装着電極部及び前記リード電極部との間には、前記固体電解質体と前記装着電極部及び前記リード電極部との間を絶縁する絶縁層（２２）が設けられており、

前記絶縁層の前記軸方向における基端側の端部（２２２）は、前記筒部の外側面から前

10

20

30

40

50

記筒部の基端側の端面（３１１）まで連続して設けられており、

前記筒部の基端側の角部に位置する前記絶縁層の角部（２２３）は、曲面状に形成されている、ガスセンサにある。

【発明の効果】

【００１１】

前記ガスセンサにおいては、検出電極におけるリード電極部と固体電解質体との間に絶縁層を設けるだけでなく、検出電極における、端子金具が装着される部位である装着電極部と固体電解質体との間にまで絶縁層を設けている。これにより、センサ素子の基端側部分が４００以上の高温に加熱されるような場合において、固体電解質体が活性化され、センサ素子の基端側部分に接触する基準ガスにおける酸素の移動によって、検出電極の装着電極部と基準電極との間にリーク電流が生じることを防止することができる。

10

【００１２】

そのため、ガスセンサを空燃比センサとして用いる場合には、センサ素子の基端側部分が４００以上の高温環境下に晒されるときでも、理論空燃比の近傍において、センサ出力としての出力電流にオフセット電流が含まれないようにすることができる。また、ガスセンサを酸素センサとして用いる場合には、センサ素子の基端側部分が４００以上の高温環境下に晒されるときでも、センサ出力としての出力電圧に誤差電圧が含まれないようにすることができる。

【００１３】

それ故、前記ガスセンサによれば、検出電極の装着電極部と基準電極との間にリーク電流が生じることを防止して、ガス検出の精度を向上させることができる。

20

【００１４】

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】

【００１５】

【図１】実施形態１にかかる、ガスセンサの断面を示す説明図。

【図２】実施形態１にかかる、センサ素子における検出電極の形成状態を示す説明図。

【図３】実施形態１にかかる、センサ素子の先端部の断面を示す説明図。

30

【図４】実施形態１にかかる、内燃機関の排気管にガスセンサを配置した状態を示す説明図。

【図５】実施形態１にかかる、他の検出方式に用いられるセンサ素子の先端部の断面を示す説明図。

【図６】実施形態１にかかる、他のセンサ素子における検出電極の形成状態を示す説明図。

【図７】実施形態１にかかる、他のセンサ素子の先端部の断面を示す説明図。

【図８】実施形態２にかかる、センサ素子に端子金具を装着する状態を示す斜視図。

【図９】実施形態２にかかる、センサ素子に端子金具を装着する状態の断面の一部を拡大して示す説明図。

40

【図１０】実施形態３にかかる、センサ素子に端子金具を装着する状態の断面の一部を拡大して示す説明図。

【図１１】確認試験１にかかる、センサ素子の温度と空燃比の出力シフト量との関係を示すグラフ。

【図１２】確認試験２にかかる、絶縁層の厚みと空燃比の出力シフト量との関係を示すグラフ。

【図１３】確認試験３にかかる、センサ素子の温度と出力電圧のシフト量との関係を示すグラフ。

【図１４】確認試験４にかかる、絶縁層の厚みと出力電圧のシフト量との関係を示すグラフ。

50

【図 1 5】確認試験 5 にかかる、テーパ状表面の傾斜角度と絶縁層における欠陥の発生数との関係を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0016】

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 1>

本形態のガスセンサ 1 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、センサ素子 2 を備えており、センサ素子 2 は、有底筒状の固体電解質体 3、検出電極 4 A 及び基準電極 4 B を有する。固体電解質体 3 は、活性化温度においてイオン伝導性を有するものであり、筒状の筒部 3 1 と、筒部 3 1 の先端部を閉塞する曲面状の底部 3 2 とを有する。検出電極 4 A は、筒部 3 1 の外側面 3 0 1 に設けられており、固体電解質体 3 の外側に導かれる検出ガス G に晒される電極である。基準電極 4 B は、筒部 3 1 及び底部 3 2 の内側面 3 0 2 に設けられており、固体電解質体 3 の内側に導かれる基準ガス A に晒される電極である。

【0017】

検出電極 4 A は、検知電極部 4 1、装着電極部 4 3 及びリード電極部 4 2 を有する。検知電極部 4 1 は、図 2 に示すように、筒部 3 1 の中心軸線 O に沿った軸方向 L の先端側 L 1 の位置において、中心軸線 O を中心とする周方向 C の全周に設けられている。装着電極部 4 3 は、図 1 及び図 2 に示すように、軸方向 L の基端側 L 2 の位置において、周方向 C の一部に設けられており、筒部 3 1 の外周に装着された端子金具 7 1 と接触する。リード電極部 4 2 は、図 2 に示すように、検知電極部 4 1 と装着電極部 4 3 とを繋ぐ位置において、周方向 C の一部に設けられており、装着電極部 4 3 に比べて周方向 C における形成範囲が狭くなっている。

【0018】

固体電解質体 3 の筒部 3 1 と装着電極部 4 3 及びリード電極部 4 2 との間には、図 2 及び図 3 に示すように、固体電解質体 3 と装着電極部 4 3 及びリード電極部 4 2 との間を絶縁する絶縁層 2 2 が設けられている。なお、図 2、図 5、図 6、図 8 においては、分かりやすくするために、検出電極 4 A を斜線のハッチングを行って示し、絶縁層 2 2 が表面に露出する部分をグレーチングのハッチングを行って示す。

【0019】

実施形態 1、2 のセンサ素子 2 及びガスセンサ 1 においては、センサ素子 2 の中心軸線 O に沿った方向を軸方向 L といい、センサ素子 2 の中心軸線 O の周りの方向を周方向 C といい、センサ素子 2 の中心軸線 O から放射状に広がる方向を径方向 R という。また、センサ素子 2 及びガスセンサ 1 においては、センサ素子 2 の底部 3 2 が設けられた側を先端側 L 1 といい、先端側 L 1 とは反対側を基端側 L 2 という。

【0020】

以下に、本形態のガスセンサ 1 について詳説する。

(内燃機関 8)

図 4 に示すように、ガスセンサ 1 は、車両の内燃機関 (エンジン) 8 から排気される排ガスが流れる排気管 8 1 内に配置される。ガスセンサ 1 は、排気管 8 1 内を流れる排ガスを検出ガス G とするとともに、大気を基準ガス A として、ガス検出を行うものである。本形態のガスセンサ 1 は、排ガスの組成から求められる内燃機関 8 の空燃比を求める空燃比センサとして用いられる。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。

【0021】

図 3 に示すように、空燃比センサにおいては、固体電解質体 3 の一方の表面に設けられた、検出ガス G に晒される検出電極 4 A と、固体電解質体 3 の他方の表面に設けられた、基準ガス A に晒される基準電極 4 B との間に、限界電流特性を示すための所定の電圧が電圧印加回路 1 1 によって印加される。また、この電圧が印加された状態において、固体電解質体 3 を介して検出電極 4 A と基準電極 4 B との間に生じる限界電流が、電流検出回路

10

20

30

40

50

12によって検出される。言い換えれば、検出ガスGとしての排ガスの酸素濃度が変化したときに、検出電極4Aと基準電極4Bとの間における酸素イオン(O^{2-})の移動量及び移動方向が変化し、燃料リッチ側及び燃料リーン側の空燃比が、所定の検出レンジ内において定量的に検出される。なお、図1に示すように、電圧印加回路11及び電流検出回路12は、センサコントロールユニット等の制御装置10内に構築されている。

【0022】

空燃比センサにおいては、検出電極4Aと基準電極4Bとの間に電圧が印加されていることにより、空燃比が燃料リーン側にあるときには、固体電解質体3を介して、検出電極4Aから基準電極4Bへ酸素イオン(O^{2-})が移動する。一方、空燃比が燃料リッチ側にあるときには、検出電極4Aにおいて未燃ガスが化学反応することに伴い、固体電解質体3を介して、基準電極4Bから検出電極4Aへ酸素イオン(O^{2-})が移動する。

10

【0023】

なお、図5に示すように、ガスセンサ1は、排ガスの組成から求められる内燃機関8の空燃比が、燃料リッチ側にあるか燃料リーン側にあるかをON-OFFによって判定する酸素センサとして用いることもできる。酸素センサは、基準電極4Bに接触する基準ガスAとしての大気と、検出電極4Aに接触する検出ガスGとしての排ガスとの酸素濃度の差によって、固体電解質体3を介して検出電極4Aと基準電極4Bとの間に生じる起電力を起電力検出回路13によって検出するものである。なお、起電力検出回路13は、センサコントロールユニットに形成される。また、酸素センサは、検出電極4Aと基準電極4Bとの間に生じる起電力によって排ガスの酸素濃度を定量的に検出することも可能である。

20

【0024】

ガスセンサ1は、内燃機関8における空燃比を、排気管81内に配置された三元触媒の触媒活性が効果的に発揮される理論空燃比の近傍に維持するために用いられる。ガスセンサ1は、排気管81における三元触媒の配置位置よりも、排ガスの流れの上流側の位置及び下流側の位置のいずれに配置することもできる。特に、本形態のガスセンサ1は、排気管81内において、排ガスの温度がより低くなる下流側の位置に配置して用いることができる。

【0025】

図4に示すように、本形態の排気管81内には、排ガスの流れの方向に並ぶ2つの触媒82A、82Bが配置されている。2つの触媒82A、82Bは、上流側に位置する上流側触媒82A(S/C(Start Converter)触媒ともいう。)と、上流側触媒82Aの下流側に位置する下流側触媒82B(U/F(Under Floor)触媒ともいう。)とからなる。本形態のガスセンサ1は、排気管81内における上流側触媒82Aよりも、排ガスの流れの下流側の位置であって、排気管81内における下流側触媒82Bよりも、排ガスの流れの上流側の位置に配置されている。言い換えれば、本形態のガスセンサ1は、排気管81内の排ガスの流れの方向における上流側触媒82Aと下流側触媒82Bとの間の位置に配置されている。

30

【0026】

また、排気管81内における、上流側触媒82Aよりも上流側の位置には、別のガスセンサ1Aが配置されている。この別のガスセンサは、空燃比センサとして機能するものである。そして、2つのガスセンサ1、1Aを用いて排ガスの空燃比を検出し、ECU(エンジン制御ユニット)は、2つのガスセンサ1、1Aから受信する空燃比を利用して、吸気管における燃料噴射弁の開度を調整し、内燃機関8の空燃比の制御を行う。

40

【0027】

なお、本形態のガスセンサ1は、排気管81内における、上流側触媒82Aよりも上流側の位置に配置してもよい。また、一般的には、排気管81内における、上流側触媒82Aよりも上流側の位置に空燃比センサが配置され、上流側触媒82Aよりも下流側の位置に酸素センサが配置される。

【0028】

特に、排気管81内における、より下流側の位置にガスセンサ1が配置されると、ガス

50

センサ１に接触する排ガスの温度がより低くなり、ガスセンサ１に凝縮水が衝突しやすくなる。本形態のセンサ素子２は、有底筒状（コップ状）の固体電解質体３を用いたものであり、排気管８１内に存在する凝縮水による被水割れが効果的に防止される。

【００２９】

（センサ素子２）

図２及び図３に示すように、センサ素子２の固体電解質体３は、ジルコニアを主成分とするものであり、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３は、イットリア安定化ジルコニア又はイットリア部分安定化ジルコニアから構成することができる。固体電解質体３は、所定の活性化温度において、酸素イオン（ O^{2-} ）を伝導させるイオン伝導性を有するものである。検出電極４Ａ及び基準電極４Ｂは、酸素に対する触媒活性を示す貴金属としての白金を含有している。

10

【００３０】

固体電解質体３の底部３２は、半球面状に形成されており、固体電解質体３の筒部３１は、円筒状に形成されている。固体電解質体３の軸方向Ｌにおける、底部３２と反対側の位置には、固体電解質体３の内側に基準ガスＡを流入させることができる開口部３３が形成されている。筒部３１の軸方向Ｌにおける各部の外径は、ハウジング６１への取り付けを考慮して、適宜変化している。

【００３１】

センサ素子２の先端部には、少なくとも検出電極４Ａの検知電極部４１の全体を覆うように、セラミックスの多孔質体からなる保護層２１が設けられている。本形態の空燃比センサにおける保護層２１は、検出ガスＧとしての排ガスの拡散を制限する拡散抵抗層としての機能を有する。そして、検出電極４Ａと基準電極４Ｂとの間に所定の電圧が印加されたときに、保護層２１を通過する検出ガスＧの流量が制限され、検出ガスＧにおける酸素濃度に応じたセンサ出力が得られる。また、保護層２１は、検出電極４Ａの被毒及び被水を防止する機能も併せ持つ。また、拡散抵抗層としての保護層２１の外側に、検出電極４Ａの被毒及び被水を防止するための多孔質層を設けてもよい。

20

【００３２】

なお、ガスセンサ１を酸素センサとして用いる場合には、保護層２１は、主に検出電極４Ａの被毒及び被水を防止する機能を有する。この場合、保護層２１は、多孔質体の気孔率、組成等が異なる複数の層から形成されていてもよい。

30

【００３３】

図１及び図３に示すように、基準電極４Ｂは、固体電解質体３の内側面３０２の全体に設けられている。固体電解質体３の内側面３０２の基端側Ｌ２の部分には、基準電極４Ｂの基端側Ｌ２の部分に接触する状態で、内側端子金具７２が装着されている。本形態のガスセンサ１は空燃比センサとして用いられるため、基準電極４Ｂと検出電極４Ａとの間に印加される電圧によって、基準電極４Ｂ及び内側端子金具７２がプラス側となり、検出電極４Ａ及び端子金具７１がマイナス側となる。

【００３４】

なお、基準電極４Ｂは、検出電極４Ａと同様に部分電極化を図り、最も先端側Ｌ１に位置する検知電極部と、最も基端側Ｌ２に位置する装着電極部と、検知電極部と装着電極部とを繋ぐリード電極部とによって形成することもできる。

40

【００３５】

検出電極４Ａの検知電極部４１は、検出電極４Ａにおいて実質的に、空燃比の検出等のガス検出を行う部位である。言い換えれば、検出電極４Ａのうち、絶縁層２２を介さずに固体電解質体３の外側面３０１に直接設けられるのは、検知電極部４１のみである。そして、センサ素子２においては、ガス検出を行う精度を安定化させる、言い換えればガスセンサ１の出力のばらつきを低減するために、検知電極部４１の面積が規定されている。検知電極部４１は、センサ素子２の固体電解質体３の内側に配置されたヒータ５によって目標とする温度に加熱される。

50

【 0 0 3 6 】

検出電極 4 A のリード電極部 4 2 は、固体電解質体 3 の周方向 C の 1 箇所形成されている。リード電極部 4 2 は、固体電解質体 3 の筒部 3 1 の中心軸線 O 及び軸方向 L に平行に形成されている。言い換えれば、リード電極部 4 2 の周方向 C の両側端は、軸方向 L に対して平行である。

【 0 0 3 7 】

検出電極 4 A の装着電極部 4 3 は、固体電解質体 3 の外側面 3 0 1 の基端側 L 2 の位置において、周方向 C に向けて形成されている。本形態の装着電極部 4 3 は、固体電解質体 3 の外側面 3 0 1 の周方向 C の一部にのみ形成されている。

【 0 0 3 8 】

図 3 に示すように、センサ素子 2 の外側面 3 0 1 に設けられた絶縁層 2 2 は、筒部 3 1 と検知電極部 4 1 との間には設けられていない。絶縁層 2 2 は、底部 3 2 の全体、筒部 3 1 とリード電極部 4 2 との間の全体、及び筒部 3 1 と装着電極部 4 3 との間の全体に設けられている。本形態の装着電極部 4 3 は、センサ素子 2 の外側面 3 0 1 の基端位置までは設けられていない。装着電極部 4 3 は、センサ素子 2 の外側面 3 0 1 の基端位置まで設けられていてもよい。

【 0 0 3 9 】

本形態においては、検知電極部 4 1 の形成位置に絶縁層 2 2 が設けられないようにし、底部 3 2、及び検知電極部 4 1 よりも基端側の位置には、絶縁層 2 2 を設ける。そして、検出電極 4 A は、検知電極部 4 1 から、底部 3 2 に設けられた絶縁層 2 2 の外側面にまで連続して設けられている。これにより、電極 4 A の形成を容易にすることができる。底部 3 2 の絶縁層 2 2 の外側面に設けられた底部電極部 4 1 1 は、絶縁層 2 2 があることによって酸素イオン (O^{2-}) を伝導させる電極としては機能しない。

【 0 0 4 0 】

また、図 6 に示すように、検出電極 4 A の装着電極部 4 3 は、周方向 C の全周に形成してもよい。また、検出電極 4 A の検知電極部 4 1 は、必ずしも周方向 C の全周に形成しないことも可能である。また、図 6 及び図 7 に示すように、絶縁層 2 2 は、検知電極部 4 1 よりも基端側の位置にのみ設け、底部 3 2 の外側面 3 0 1 には設けないようにすることができる。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示すように、検出電極 4 A は、固体電解質体 3 の外側面 3 0 1 に電極材料のメッキ処理を行って形成したものであり、基準電極 4 B は、固体電解質体 3 の内側面 3 0 2 に電極材料のメッキ処理を行って形成したものである。絶縁層 2 2 は、固体電解質体 3 の外側面 3 0 1 に絶縁材料のペーストを塗布し、このペーストを固体電解質体 3 とともに焼結して形成したものである。絶縁層 2 2 を形成する際には、固体電解質体 3 の外側面 3 0 1 における検知電極部 4 1 の形成部位を、テープ等によってマスキングする。そして、この状態においてペーストを塗布し、テープ等を剥がすことにより、マスキングされた部位には絶縁層 2 2 が形成されないようにすることができる。絶縁層 2 2 は、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、スピネル ($MgAl_2O_4$) 及び絶縁性ガラスのうちの少なくとも 1 種類以上を含有する絶縁材料によって形成されている。この絶縁材料は、ガスセンサ 1 において一般的に使用されるものであり、高い比抵抗を有することにより、十分な絶縁効果が得られる。

【 0 0 4 2 】

本形態の絶縁層 2 2 は、固体電解質体 3 の外側面 3 0 1 において、全体ができるだけ均一な厚みになるよう形成されている。絶縁層 2 2 における、筒部 3 1 とリード電極部 4 2 との間、及び筒部 3 1 と装着電極部 4 3 との間に位置する部位の最小厚みは、 $4\mu m$ 以上である。最小厚みとは、最も厚みが小さくなった部位の厚みのことをいう。この絶縁層 2 2 の最小厚みが $4\mu m$ 未満になると、絶縁効果が十分に得られないおそれがある。絶縁層 2 2 の厚みは、製造上の観点より、例えば $10\mu m$ 以下とすることができる。

【 0 0 4 3 】

(ヒータ５)

図３に示すように、センサ素子２の固体電解質体３の内側には、固体電解質体３を加熱するためのヒータ５が配置されている。ヒータ５は、セラミックスの基材５１Ａ、５１Ｂと、基材５１Ｂに設けられた導体からなる発熱体５２とを有する。発熱体５２の先端部には、断面積が最も縮小し、発熱体５２に通電したときにジュール熱によって発熱する発熱部５２１が形成されている。

【００４４】

発熱部５２１は、発熱体５２における先端部において軸方向Ｌに蛇行する形状に形成されている。発熱部５２１は、検出電極４Ａの検知電極部４１の内周側に対向する位置に配置されており、検知電極部４１が目標とする温度になるよう、固定電解質体、基準電極４Ｂ及び検出電極４Ａを加熱するものである。ヒータ５は、心棒となる基材５１Ａの周りに、発熱体５２が設けられたシート状の基材５１Ｂを巻き付けて形成されている。

【００４５】

(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及びヒータ５以外に、センサ素子２を保持するハウジング６１、ハウジング６１の先端側Ｌ１の部分に装着された先端側カバー６２、ハウジング６１の基端側Ｌ２の部分に装着された基端側カバー６３、センサ素子２の基端側Ｌ２の部分の外側面３０１に装着された端子金具７１、センサ素子２の基端側Ｌ２の部分の内側面３０２に装着された内側端子金具７２等を備える。

【００４６】

(ハウジング６１)

図１に示すように、ハウジング６１には、センサ素子２を保持するために、軸方向Ｌに向けて貫通する挿通穴６１１が形成されている。挿通穴６１１は、軸方向Ｌの先端側Ｌ１に位置する小径穴部６１２と、軸方向Ｌの基端側Ｌ２に位置して小径穴部６１２よりも拡径した大径穴部６１３とを有する。センサ素子２は、挿通穴６１１の小径穴部６１２内及び大径穴部６１３内に挿通され、センサ素子２と大径穴部６１３との隙間内に配置されるタルク粉末、スリーブ等のシール材６４を介して保持されている。

【００４７】

また、センサ素子２における最も外径が大きい部分であるフランジ部３４が小径穴部６１２の端部に係止されることにより、センサ素子２の挿通穴６１１から先端側Ｌ１への抜け出しが防止されている。ハウジング６１の軸方向Ｌの基端側Ｌ２の部分には、内周側に屈曲するかしめ部６１５が形成されている。そして、かしめ部６１５とフランジ部３４との間においてシール材６４が軸方向Ｌに圧縮されて、センサ素子２がハウジング６１に保持されている。センサ素子２の先端側Ｌ１の部分であって、特に検知電極部４１及びリード電極部４２が形成された部位は、ハウジング６１から軸方向Ｌの先端側Ｌ１に突出して配置されている。

【００４８】

(先端側カバー６２及び基端側カバー６３)

図１に示すように、ハウジング６１の軸方向Ｌの先端側Ｌ１の部分には、ハウジング６１から先端側Ｌ１に突出するセンサ素子２の部分を覆って、センサ素子２を保護するための先端側カバー６２が装着されている。先端側カバー６２は、排気管８１内に配置される。先端側カバー６２には、検出ガスＧを通過させるためのガス通過孔６２１が形成されている。先端側カバー６２は、二重構造のものとすることができ、一重構造のものとすることもできる。先端側カバー６２のガス通過孔６２１から先端側カバー６２内に流入する検出ガスＧとしての排ガスは、センサ素子２の保護層２１を通過して検出電極４Ａへと導かれる。

【００４９】

ハウジング６１の軸方向Ｌの基端側Ｌ２の部分には、基端側カバー６３が装着されている。基端側カバー６３は、排気管８１の外部に配置される。基端側カバー６３の一部には、基端側カバー６３内へ基準ガスＡとしての大気を導入するための導入孔６３１が形成さ

10

20

30

40

50

れている。導入孔 6 3 1 には、液体を通過させない一方、気体を通過させるフィルタ 6 3 2 が配置されている。導入孔 6 3 1 から基端側カバー 6 3 内に導入される基準ガス A は、基端側カバー 6 3 内の隙間を通過して、センサ素子 2 の内側面 3 0 2 における基準電極 4 B へと導かれる。

【 0 0 5 0 】

図 1 に示すように、センサ素子 2 の基端側 L 2 の部分の外側面 3 0 1 には、検出電極 4 A の装着電極部 4 3 に接触する端子金具 7 1 が装着されている。また、センサ素子 2 の基端側 L 2 の部分の内側面 3 0 2 には、基準電極 4 B の基端側 L 2 の部分に接触する内側端子金具 7 2 が装着されている。端子金具 7 1 及び内側端子金具 7 2 には、センサ素子 2 の検出電極 4 A 及び基準電極 4 B を、外部の制御装置 1 0 に電氣的に接続するためのリード線 6 5 が取り付けられている。リード線 6 5 は、基端側カバー 6 3 内に配置されたブッシュ 6 6 によって保持されている。

10

【 0 0 5 1 】

(作用効果)

本形態のガスセンサ 1 においては、検出電極 4 A におけるリード電極部 4 2 と固体電解質体 3 の筒部 3 1 との間に絶縁層 2 2 を設けるだけでなく、検出電極 4 A における、端子金具 7 1 が装着される部位である装着電極部 4 3 と固体電解質体 3 の筒部 3 1 との間にまで絶縁層 2 2 を設けている。これにより、センサ素子 2 の基端側 L 2 の部分が 4 0 0 以上の高温に加熱されるような場合において、検出電極 4 A の装着電極部 4 3 と基準電極 4 B との間にリーク電流が生じることを防止することができる。

20

【 0 0 5 2 】

そのため、ガスセンサ 1 を空燃比センサとして用いる場合には、センサ素子 2 の基端側 L 2 の部分が 4 0 0 以上の高温環境下に晒されるときでも、理論空燃比の近傍において、センサ出力としての出力電流にオフセット電流が含まれないようにすることができる。また、ガスセンサ 1 を酸素センサとして用いる場合には、センサ素子 2 の基端側 L 2 の部分が 4 0 0 以上の高温環境下に晒されるときでも、センサ出力としての出力電圧に誤差電圧が含まれないようにすることができる。

【 0 0 5 3 】

有底筒状の固体電解質体 3 を有するセンサ素子 2 においては、排ガスの温度が高温になったときに、センサ素子 2 の全体が高温になりやすい。このとき、基準電極 4 B と検出電極 4 A との間に微小なリーク電流が流れることが分かった。従来のガスセンサ 1 においては、微小なリーク電流がガスセンサ 1 の検出精度に及ぼす影響はそれほど問題視されてこなかった。しかし、近年のエミッション低減と低燃費をより促進する観点から、微小なリーク電流がガスセンサ 1 の検出精度に与える影響、特に微小な電流によってストイキ点(排ガスの空燃比が理論空燃比であることを検出する点)がずれることが問題視されるようになった。本形態のガスセンサ 1 は、このような近年、新たに発生してきた課題を解決するものである。

30

【 0 0 5 4 】

本形態の絶縁層 2 2 は、検知電極部 4 1 の形成面積を規定して、ガスセンサ 1 のセンサ出力のばらつきを抑えるだけでなく、大気等の基準ガス A 中の酸素が固体電解質体 3 を移動することに基づくリーク電流をなくすために設けている。

40

ガスセンサ 1 においては、検出電極 4 A の検知電極部 4 1 を含む、センサ素子 2 の先端側 L 1 の部分における固体電解質体 3 が、酸素のイオン伝導を活性化する温度に加熱される。そして、センサ素子 2 の基端側 L 2 の部分は、固体電解質体 3 が活性化する温度までは加熱されないことが多い。

【 0 0 5 5 】

しかし、内燃機関 8 における燃焼の仕方によって、排ガスの温度が高温になり、センサ素子 2 の基端側 L 2 の部分における固体電解質体 3 が活性化する温度に加熱される場合も起こり得る。この場合には、検出電極 4 A 及び基準電極 4 B の周辺に基準ガス A 中の酸素が存在することにより、この酸素がイオン化して、検出電極 4 A から基準電極 4 B へ固体

50

電解質体 3 中を通過することが起こり得る。つまり、検出ガス G としての排ガスが到達しない、固体電解質体 3 の基端側 L 2 の部分において、酸素のイオンが伝導することによって電流が生じることになる。この電流は、検出ガス G の組成の変化に基づいて流れるものではなく、空燃比等の検出に誤差を生じさせるリーク電流となる。

【 0 0 5 6 】

ガスセンサ 1 を空燃比センサとして用いる場合には、検出電極 4 A と基準電極 4 B との間に、基準電極 4 B がプラス側になるように電圧が印加されていることにより、イオン化した酸素が検出電極 4 A から基準電極 4 B へ固体電解質体 3 中を通過して、リーク電流が生じることが起こり得る。また、ガスセンサ 1 を酸素センサとして用いる場合には、検出電極 4 A 及び端子金具 7 1 に接触する基準ガス A の酸素濃度と、基準電極 4 B 及び内側端子金具 7 2 に接触する基準ガス A の酸素濃度とが若干異なることにより、イオン化した酸素が固体電解質体 3 中を通過して、リーク電流が生じることが起こり得る。

10

【 0 0 5 7 】

本形態のガスセンサ 1 においては、絶縁層 2 2 の配置によって、このようなリーク電流の発生を防止することができる。それ故、本形態のガスセンサ 1 によれば、検出電極 4 A の装着電極部 4 3 と基準電極 4 B との間にリーク電流が生じることを防止して、ガス検出の精度を向上させることができる。

【 0 0 5 8 】

< 実施形態 2 >

本形態のセンサ素子 2 においては、検出電極 4 A のリード電極部 4 2 及び装着電極部 4 3 と固体電界質体の筒部 3 1 との間に設ける絶縁層 2 2 の形成の仕方に工夫をしている。

20

図 8 及び図 9 に示すように、絶縁層 2 2 における軸方向 L の基端側 L 2 の端部は、装着電極部 4 3 における軸方向 L の基端側 L 2 の端部よりも基端側 L 2 まで設けられている。絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部は、筒部 3 1 の外側面 3 0 1 の最外殻部を構成しており、筒部 3 1 の外側面 3 0 1 において露出している。また、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部は、筒部 3 1 の基端側 L 2 へ行くほど中心軸線 O を中心とする径方向 R の厚みが縮小するテーパ状表面 2 2 1 を有する。テーパ状表面 2 2 1 は、筒部 3 1 の基端側 L 2 から先端側 L 1 に向けて筒部 3 1 の外周に装着される端子金具 7 1 の装着を案内する表面である。絶縁層 2 2 における、基端側 L 2 の端部を除く一般部は、均一な厚みになるよう固体電解質体 3 の外側面 3 0 1 に設けられている。

30

【 0 0 5 9 】

本形態においては、端子金具 7 1 を固体電解質体 3 に装着する際に、端子金具 7 1 を絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部のテーパ状表面 2 2 1 に接触させることができる。そして、端子金具 7 1 を、テーパ状表面 2 2 1 上を滑らせることができる。これにより、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部に端子金具 7 1 が接触しても、この基端側 L 2 の端部に剥離、欠け等が生じにくくすることができる。

【 0 0 6 0 】

本形態においては、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部におけるテーパ状表面 2 2 1 の全体が露出している。これ以外にも、テーパ状表面 2 2 1 の先端側 L 1 の位置の表面には、装着電極部 4 3 が設けられていてもよい。この場合には、テーパ状表面 2 2 1 の基端側 L 2 の位置の表面のみが露出する。テーパ状表面 2 2 1 は、筒部 3 1 の外側面 3 0 1 の最外殻部を構成することにより、端子金具 7 1 と接触する表面となる。

40

【 0 0 6 1 】

図 9 に示すように、中心軸線 O に平行な軸方向 L に対するテーパ状表面 2 2 1 の傾斜角度 θ は、 60° 以下である。このテーパ状表面 2 2 1 の傾斜角度 θ が 60° を超えると、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部に剥離、欠け等が生じるおそれがある。テーパ状表面 2 2 1 の傾斜角度 θ が小さくなると、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部の軸方向 L の長さが大きくなる。そのため、製造上の観点より、テーパ状表面 2 2 1 の傾斜角度 θ は、例えば、 15° 以上とすることができる。

【 0 0 6 2 】

50

なお、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部にテーパ状表面 2 2 1 を形成する代わりに、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の角部に曲面を形成することもできる。この場合にも、絶縁層 2 2 の剥離、欠け等が生じにくくすることができる。

【 0 0 6 3 】

本形態のガスセンサ 1 におけるその他の構成、作用効果等については、実施形態 1 の場合と同様である。また、本形態においても、実施形態 1 に示した符号と同一の符号が示す構成要素は、実施形態 1 の場合と同様である。

【 0 0 6 4 】

< 実施形態 3 >

本形態のセンサ素子 2 においても、検出電極 4 A のリード電極部 4 2 及び装着電極部 4 3 と固体電界質体の筒部 3 1 との間に設ける絶縁層 2 2 の形成の仕方に工夫をしている。

図 1 0 に示すように、本形態の絶縁層 2 2 の軸方向 L における基端側 L 2 の端部 2 2 2 は、筒部 3 1 の外側面 3 0 1 から筒部 3 1 の基端側 L 2 の端面 3 1 1 まで連続して設けられている。筒部 3 1 の基端側 L 2 の角部に位置する絶縁層 2 2 の角部 2 2 3 は、曲面状等に形成することが好ましい。絶縁層 2 2 の端部 2 2 2 は、筒部 3 1 の基端側 L 2 の端面 3 1 1 の全体に設ける必要はない。絶縁層 2 2 の端部 2 2 2 は、筒部 3 1 の基端側 L 2 の端面 3 1 1 の外周側位置に設けられており、筒部 3 1 の基端側 L 2 の端面 3 1 1 の中心側位置には設けられていない。

【 0 0 6 5 】

本形態の絶縁層 2 2 は、固体電解質体 3 の筒部 3 1 の外側面 3 0 1 に絶縁材料のペーストを塗布する際に、このペーストをロール転写法によって、筒部 3 1 の基端側 L 2 の端面 3 1 1 にまで塗布し、このペーストを固体電解質体 3 とともに焼結して形成して形成することができる。

本形態においても、実施形態 2 の場合と同様に、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の角部 2 2 3 に端子金具 7 1 が接触しても、この基端側 L 2 の角部 2 2 3 に剥離、欠け等が生じにくくすることができる。本形態のガスセンサ 1 におけるその他の構成、作用効果等については、実施形態 1 の場合と同様である。また、本形態においても、実施形態 1 に示した符号と同一の符号が示す構成要素は、実施形態 1 の場合と同様である。

【 0 0 6 6 】

本発明は、各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。

【 0 0 6 7 】

< 確認試験 1 >

本試験においては、センサ素子 2 の温度と、空燃比センサとして用いられるガスセンサ 1 のセンサ出力に生じる誤差との関係を、センサ素子 2 に絶縁層 2 2 が設けられた実施形態 1 のガスセンサ 1 (試験品) と、センサ素子 2 に絶縁層 2 2 が設けられていないガスセンサ (比較品) について確認した。図 1 1 には、センサ素子 2 の温度 [] を適宜変化させたときに、ガスセンサ 1 のセンサ出力にどれだけ誤差が生じたかを示す。

【 0 0 6 8 】

実施形態 1 のガスセンサ 1 は空燃比センサとして用いるため、センサ出力に生じる誤差は、空燃比の検出値からのオフセット量を示す出力シフト量 [A / F] (空燃比の変化量) とした。この出力シフト量とは、例えば、空燃比の検出値が、理論空燃比を示す 1 4 . 7 と示されるはずのところ、1 4 . 7 よりも若干大きな値として示される場合の誤差量のことをいう。センサ素子 2 の温度は、センサ素子 2 の軸方向 L の先端側 L 1 の部分から基端側 L 2 の部分までの温度の平均値とした。また、絶縁層 2 2 の一般部の膜厚は 1 0 μ m とした。

【 0 0 6 9 】

同図に示すように、試験品のガスセンサ 1 においては、センサ素子 2 の温度が約 2 8 0 以上約 5 4 0 以下である高温の範囲において、センサ出力の出力シフト量はほぼ 0 (ゼロ) であることが分かった。一方、比較品のガスセンサにおいては、センサ素子 2 の温

10

20

30

40

50

度が約 420 以上になると出力シフト量が発生し、センサ素子 2 の温度が高くなるほど、出力シフト量が増加することが分かった。この結果より、実施形態 1 の空燃比を検出するガスセンサ 1 により、センサ素子 2 の基準電極 4 B と検出電極 4 A との間に生じるリーク電流を抑え、センサ出力に、リーク電流によるオフセット誤差がほとんど生じないようにできることが分かった。

【0070】

< 確認試験 2 >

本試験においては、固体電解質体 3 の筒部 3 1 の外側面 3 0 1 に設けられた絶縁層 2 2 の厚みと、ガスセンサ 1 のセンサ出力に生じる誤差との関係を確認した。図 1 2 には、絶縁層 2 2 の厚み [μm] を適宜変化させたときに、実施形態 1 のガスセンサ 1 のセンサ出力にどれだけ誤差が生じたかを示す。実施形態 1 のガスセンサ 1 は空燃比センサとして用いるため、センサ出力に生じる誤差は、空燃比の検出値からのオフセット量を示す出力シフト量 [A / F] (空燃比の変化量) とした。

【0071】

絶縁層 2 2 の厚みは、テーパ状表面 2 2 1 が形成された絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部を除く、絶縁層 2 2 の一般部の厚みの平均値とした。この絶縁層 2 2 の厚みは、絶縁層 2 2 における、筒部 3 1 とリード電極部 4 2 との間、及び筒部 3 1 と装着電極部 4 3 との間に位置する部位の最小厚みを示す。センサ素子 2 の軸方向 L の先端側 L 1 の部分から基端側 L 2 の部分までの温度の平均値であるセンサ素子 2 の温度は、550 とした。

【0072】

同図に示すように、絶縁層 2 2 の厚みが薄くなるほど、センサ出力の出力シフト量が大きくなることが分かる。そして、絶縁層 2 2 の厚みが 4 μm よりも薄くなると、出力シフト量が急激に増加していることが分かる。絶縁層 2 2 の厚みが 4 μm よりも薄くなると、固体電解質体 3 の表面に形成された凹凸の凸部が絶縁層 2 2 の表面に出現し、絶縁層 2 2 によって、固体電解質体 3 と検出電極 4 A の装着電極部 4 3 との絶縁を十分に行えなくなるためであると考えられる。そのため、絶縁層 2 2 による絶縁効果を十分に得るためには、絶縁層 2 2 の最小厚みを 4 μm 以上とすることが好ましいと言える。

【0073】

< 確認試験 3 >

本試験においては、センサ素子 2 の温度と、酸素センサとして用いられるガスセンサ 1 のセンサ出力に生じる誤差との関係を、センサ素子 2 に絶縁層 2 2 が設けられた実施形態 1 のガスセンサ 1 (試験品) と、センサ素子 2 に絶縁層 2 2 が設けられていないガスセンサ (比較品) について確認した。図 1 3 には、センサ素子 2 の温度を適宜変化させたときに、ガスセンサ 1 のセンサ出力にどれだけ誤差が生じたかを示す。

【0074】

センサ出力に生じる誤差は、センサ素子 2 の温度が変化したときに、検出ガス G が理論空燃比にある場合のガスセンサ 1 の出力電圧 (起電力) がどれだけ変化したかを、出力電圧のシフト量 [V] によって示す。センサ素子 2 の温度は、センサ素子 2 の軸方向 L の先端側 L 1 の部分から基端側 L 2 の部分までの温度の平均値とした。また絶縁層 2 2 の一般部の膜厚は 10 μm とした。

【0075】

同図に示すように、試験品のガスセンサ 1 においては、センサ素子 2 の温度が約 270 以上約 600 以下である高温の範囲において、出力電圧のシフト量はほぼ 0 (ゼロ) に近いことが分かった。一方、比較品のガスセンサにおいては、センサ素子 2 の温度が約 380 以上になると出力電圧のシフト量が発生し、センサ素子 2 の温度が高くなるほど、出力電圧のシフト量が増加することが分かった。この結果より、実施形態 1 の酸素濃度を検出するガスセンサ 1 により、センサ素子 2 の基準電極 4 B と検出電極 4 A との間に生じるリーク電流を抑え、センサ出力に、リーク電流によるオフセット誤差がほとんど生じないようにできることが分かった。

【0076】

< 確認試験 4 >

本試験においては、固体電解質体 3 の筒部 3 1 の外側面 3 0 1 に設けられた絶縁層 2 2 の厚みと、酸素センサとして用いられるガスセンサ 1 のセンサ出力に生じる誤差との関係を確認した。図 1 4 には、絶縁層 2 2 の厚み [μm] を適宜変化させたときに、実施形態 1 のガスセンサ 1 のセンサ出力にどれだけ誤差が生じたかを示す。センサ出力に生じる誤差は、絶縁層 2 2 の厚みが変化したときに、検出ガス G が理論空燃比にある場合のガスセンサ 1 の出力電圧 (起電力) がどれだけ変化したかを、出力電圧のシフト量 [V] によって示す。絶縁層 2 2 の厚み及びセンサ素子 2 の温度については、確認試験 2 と同様である。

【 0 0 7 7 】

10

同図に示すように、絶縁層 2 2 の厚みが薄くなるほど、出力電圧のシフト量が大きくなることが分かる。そして、絶縁層 2 2 の厚みが $4\mu\text{m}$ よりも薄くなると、シフト量が急激に増加していることが分かる。絶縁層 2 2 の厚みが $4\mu\text{m}$ よりも薄くなると、固体電解質体 3 の表面に形成された凹凸の凸部が絶縁層 2 2 の表面に出現し、絶縁層 2 2 によって、固体電解質体 3 と検出電極 4 A の装着電極部 4 3 との絶縁を十分に行えなくなるためであると考えられる。そのため、絶縁層 2 2 による絶縁効果を十分に得るためには、絶縁層 2 2 の最小厚みを $4\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましいと言える。

【 0 0 7 8 】

< 確認試験 5 >

本試験においては、実施形態 2 に示したガスセンサ 1 について、絶縁層 2 2 の基端側 L 2 の端部におけるテーパ状表面 2 2 1 の傾斜角度 と、絶縁層 2 2 における剥離、欠け等の欠陥の発生数との関係を確認した。この欠陥の発生数は、固体電解質体 3 の外側面 3 0 1 に端子金具 7 1 を装着する際に、絶縁層 2 2 に剥離又は欠けが生じたときにカウントした。剥離又は欠けの発生の有無の確認は、各傾斜角度 の場合について、20 回ずつ行った。

20

【 0 0 7 9 】

図 1 5 に示すように、テーパ状表面 2 2 1 の傾斜角度 が 60° 以下である場合には、絶縁層 2 2 に剥離又は欠けが発生しないことが分かった。一方、テーパ状表面 2 2 1 の傾斜角度 が 60° を超える場合には、剥離又は欠けが数回発生することが分かった。この結果より、テーパ状表面 2 2 1 の傾斜角度 は 60° 以下にすることにより、センサ素子 2 への端子金具 7 1 の組付時に、絶縁層 2 2 を保護することができると言える。

30

【 符号の説明 】

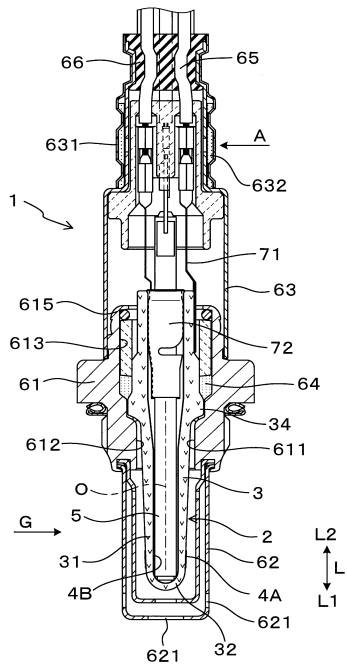
【 0 0 8 0 】

- 1 ガスセンサ
- 2 センサ素子
- 2 2 絶縁層
- 3 固体電解質体
- 3 1 筒部
- 3 2 底部
- 4 A 検出電極
- 4 1 検知電極部
- 4 2 リード電極部
- 4 3 装着電極部
- 4 B 基準電極
- 7 1 端子金具

40

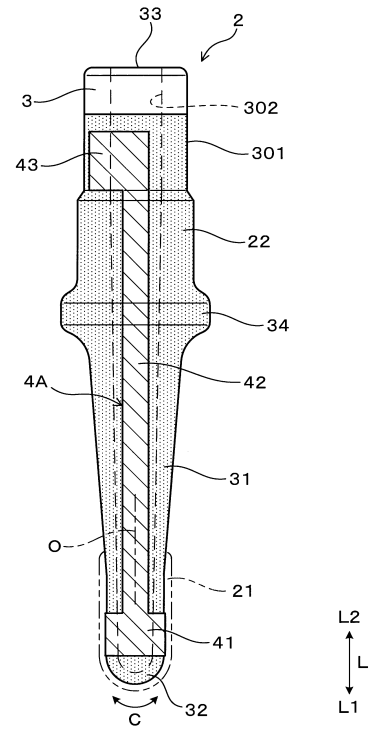
【図 1】

(図 1)



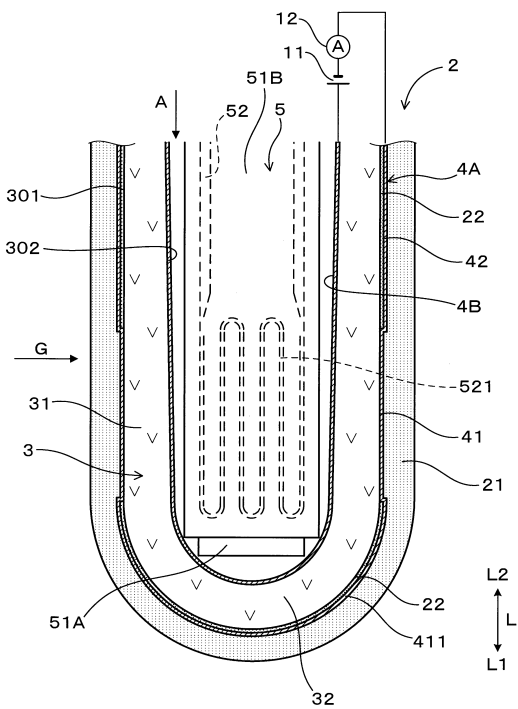
【図 2】

(図 2)



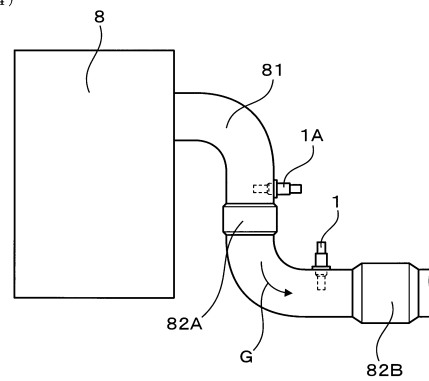
【図 3】

(図 3)



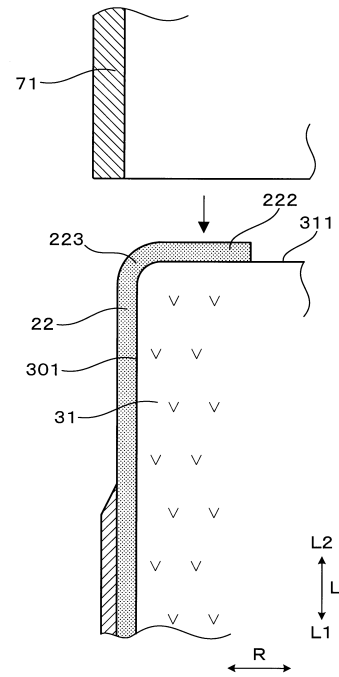
【図 4】

(図 4)



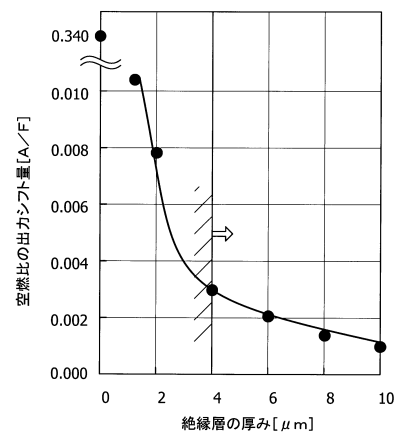
【 図 1 0 】

(図 10)



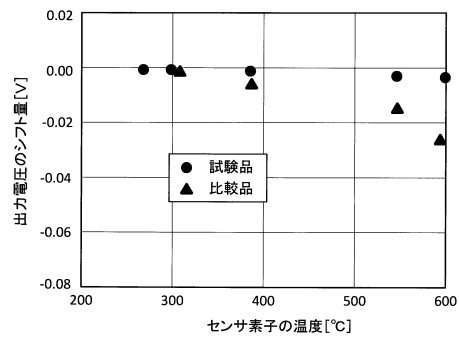
【 図 1 2 】

(图 1 2)



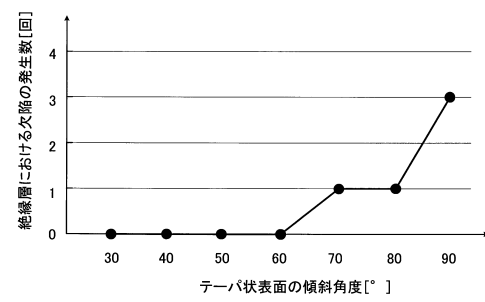
【図 13】

(図 13)



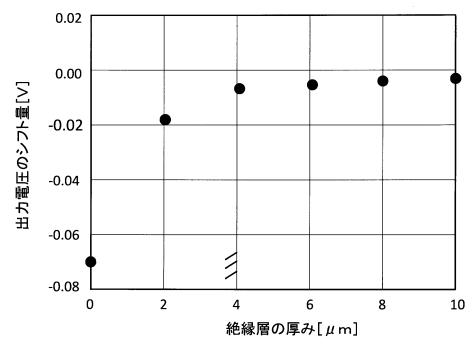
【図 15】

(図 15)



【図 14】

(図 14)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2016 - 11884 (JP, A)
特開 2009 - 36754 (JP, A)
特開 2009 - 281727 (JP, A)
特開 2014 - 178303 (JP, A)
特開 2015 - 225020 (JP, A)
特開 2012 - 233786 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 27/41
G01N 27/409