

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6352215号  
(P6352215)

(45) 発行日 平成30年7月4日 (2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日 (2018.6.15)

(51) Int.Cl.  
GO 1 N 27/416 (2006.01)

F I  
GO 1 N 27/416 3 3 1

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-79765 (P2015-79765)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成27年4月9日 (2015.4.9)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2016-28226 (P2016-28226A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成28年2月25日 (2016.2.25)	(73) 特許権者	000004695
審査請求日	平成29年8月24日 (2017.8.24)		株式会社 S O K E N
(31) 優先権主張番号	特願2014-141891 (P2014-141891)		愛知県日進市米野木町南山 5 〇〇 番地 2 〇
(32) 優先日	平成26年7月10日 (2014.7.10)	(74) 代理人	110000648
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		特許業務法人あいち国際特許事務所
		(72) 発明者	藤堂 祐介
			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	木全 岳人
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスセンサ素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸素イオン伝導性を有する固体電解質体 ( 5 ) の一部と、該固体電解質体 ( 5 ) に設けられた一対のセンサ用電極 ( 2 1 、 2 2 ) とからなり、被測定ガス中の特定ガスの濃度を検出するセンサセル ( 2 ) と、

上記固体電解質体 ( 5 ) の他の一部と、該固体電解質体 ( 5 ) に設けられた一対のポンプ用電極 ( 3 1 、 3 2 ) とからなり、上記被測定ガス中の酸素濃度を調整するポンプセル ( 3 ) と、

一方の上記センサ用電極 ( 2 1 ) 及び一方の上記ポンプ用電極 ( 3 1 ) に面するとともに、上記被測定ガスが導入される内部空間 ( 1 1 ) と、

該内部空間 ( 1 1 ) に導入される上記被測定ガスが通過する拡散抵抗部 ( 1 7 ) と、を備え、

該拡散抵抗部 ( 1 7 ) の長さを  $L 1$ 、該拡散抵抗部 ( 1 7 ) の長さ方向に直交する断面の空間断面積を  $S 1$ 、上記拡散抵抗部 ( 1 7 ) と上記センサセル ( 2 ) との間の距離を  $L 2$ 、上記内部空間 ( 1 1 ) における上記ポンプセル ( 3 ) と上記センサセル ( 2 ) との並び方向に直交する断面の空間断面積を  $S 2$  としたとき、

$1 0 0 0 \leq ( L 1 / S 1 ) \times ( L 2 / S 2 ) \leq 5 0 0 0$  を満たし、

上記拡散抵抗部 ( 1 7 ) は、多孔質体によって構成されており、上記空間断面積  $S 1$  は、上記拡散抵抗部 ( 1 7 ) の長さ方向に直交する断面の断面積 (  $S 0$  ) に上記多孔質体の気孔率を乗じた値であり、

上記内部空間（１１）は、上記ポンプ用電極（３１）が面する領域から上記センサ用電極（２１）が面する領域に至るまで、一様な形状を有することを特徴とするガスセンサ素子（１）。

【請求項２】

1250 (L1/S1) × (L2/S2) 2500を満たすことを特徴とする請求項１に記載のガスセンサ素子（１）。

【請求項３】

上記固体電解質体（５）の一部と該固体電解質体（５）に設けられた一对のモニタ用電極（４１、４２）とからなり、上記被測定ガス中の酸素濃度を検出するモニタセル（４）を、さらに有していることを特徴とする請求項１又は２に記載のガスセンサ素子（１）。

10

【請求項４】

上記センサセル（２）と上記モニタセル（４）との並び方向は、上記ポンプセル（３）と上記センサセル（２）との並び方向に直交することを特徴とする請求項３に記載のガスセンサ素子（１）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、被測定ガス中の特定ガス濃度を検出するためのガスセンサ素子に関する。

【背景技術】

【０００２】

20

被測定ガス中の特定ガス濃度を検出するためのガスセンサ素子として、取り込んだ被測定ガス中の酸素濃度を調整するポンプセルを備えたものがある。このポンプセルによって被測定ガス中の酸素濃度を調整することにより、ガスセンサ素子のセンサセルにおける検出精度が、被測定ガス中の酸素に起因して悪化することを防いでいる。

【０００３】

そして、特許文献１には、ポンプセルによって被測定ガスから酸素を排出させる第一の内部空所と、センサセルによって被測定ガス中の特定ガス濃度を検出する第二の内部空所とを有するガスセンサ素子が開示されている。そして、このガスセンサ素子は、第一の内部空所に導入する被測定ガスを拡散律速する第一の拡散律速通路と、第一の内部空所と第二の内部空所との間に設けた第二の拡散律速通路とを有する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開平８－２７１４７６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、上記構成によると、外部から導入される被測定ガスは、センサセルが設けられた第二の内部空所に達するまでに、第一及び第二の拡散律速通路を通ることとなり、その拡散距離が長くなることとなる。その結果、ガスセンサ素子の応答性を向上させることが困難となる。

40

【０００６】

また、応答性を向上させるべく、拡散律速通路の拡散抵抗を小さくすることも考えられるが、その場合、検出精度が悪化することとなる。つまり、第一の拡散律速通路の拡散抵抗を小さくすると、第一の内部空所に被測定ガスが多く導入されることとなり、被測定ガス中の酸素濃度を十分に調整することが困難となる。さらに、第二の拡散律速通路の拡散抵抗が小さいと、第一の内部空所において十分に酸素濃度が調整されないまま、被測定ガスが第二の内部空所に導入されてしまい、検出精度が悪化することとなる。

【０００７】

本発明は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、応答性と検出精度との両立を図る

50

ことができるガスセンサ素子を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様は、酸素イオン伝導性を有する固体電解質体の一部と、該固体電解質体に設けられた一対のセンサ用電極とからなり、被測定ガス中の特定ガスの濃度を検出するセンサセルと、

上記固体電解質体の他の一部と、該固体電解質体に設けられた一対のポンプ用電極とからなり、上記被測定ガス中の酸素濃度を調整するポンプセルと、

一方の上記センサ用電極及び一方の上記ポンプ用電極に面するとともに、上記被測定ガスが導入される内部空間と、

該内部空間に導入される上記被測定ガスが通過する拡散抵抗部と、を備え、

該拡散抵抗部の長さを $L_1$ 、該拡散抵抗部の長さ方向に直交する断面の空間断面積を $S_1$ 、上記拡散抵抗部と上記センサセルとの間の距離を $L_2$ 、上記内部空間における上記ポンプセルと上記センサセルとの並び方向に直交する断面の空間断面積を $S_2$ としたとき、 $1000 \leq (L_1 / S_1) \times (L_2 / S_2) \leq 5000$ を満たし、

上記拡散抵抗部は、多孔質体によって構成されており、上記空間断面積 $S_1$ は、上記拡散抵抗部の長さ方向に直交する断面の断面積 $S_0$ に上記多孔質体の気孔率を乗じた値であり、

上記内部空間は、上記ポンプ用電極が面する領域から上記センサ用電極が面する領域に至るまで、一様な形状を有することを特徴とするガスセンサ素子。

【発明の効果】

【0009】

上記ガスセンサ素子は、 $1000 \leq (L_1 / S_1) \times (L_2 / S_2) \leq 5000$ を満たすことにより、応答性と検出精度との両立を図ることができる。

本願発明者らは、応答性及び検出精度が、拡散抵抗部の構成のみならず、内部空間の構成にも大きく依存することに着目した。まず、 $(L_1 / S_1)$ が大きいほど、拡散抵抗部における拡散抵抗は大きくなる。そこで、本明細書においては、 $(L_1 / S_1)$ を便宜的に第1拡散抵抗指標という。この第1拡散抵抗指標が大きいほど、内部空間への被測定ガスの導入速度は遅くなりやすい。その結果、応答性は低下しやすいが、ポンプセルによって調整すべき酸素の量が少なくなりやすい分、検出精度は向上しやすい。

【0010】

そして、 $(L_2 / S_2)$ についても、これが大きいほど、内部空間に導入された被測定ガスがセンサ用電極に到達するまでの拡散抵抗は大きくなる。そこで、本明細書においては、 $(L_2 / S_2)$ を便宜的に第2拡散抵抗指標という。この第2拡散抵抗指標が大きいほど、内部空間に導入された被測定ガスがセンサ用電極に達するまでの時間は長くなる。その結果、応答性は低下しやすいが、ポンプセルによって酸素を調整する時間が稼げる分、検出精度は向上しやすい。

【0011】

このように、第1拡散抵抗指標及び第2拡散抵抗指標は、応答性及び検出精度に及ぼす影響の原理が若干異なるが、各指標が大きいほど、応答性が低下しやすく、検出精度が高くなる点においては共通する。そこで、発明者らは、第1拡散抵抗指標と第2拡散抵抗指標との積と、応答性及び検出精度との関係を調べた（後述する実験例1、2）。その結果、第1拡散抵抗指標と第2拡散抵抗指標との積、すなわち $(L_1 / S_1) \times (L_2 / S_2)$ を、 $1000 \sim 5000$ とすることにより、応答性と検出精度との両立を効果的に図ることができることを見出した。

【0012】

以上のごとく、本発明によれば、応答性と検出精度との両立を図ることができるガスセンサ素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

10

20

30

40

50

【図 1】実施例 1 における、ガスセンサ素子の軸方向に沿った断面図。

【図 2】図 1 の II - II 線矢視断面図。

【図 3】図 1 の III - III 線矢視断面図。

【図 4】実施例 1 における、内部空間及び拡散抵抗部の斜視説明図。

【図 5】実験例 1 における、積 P とオフセット電流との関係を示す線図。

【図 6】実験例 2 における、積 P と応答時間との関係を示す線図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

上記ガスセンサ素子において、 $1250 \times (L1/S1) \times (L2/S2) \times 2500$  を満たすことが好ましい。この場合には、応答性と検出精度との両立を一層効果的に図ることができる。

10

なお、本明細書において、第 1 拡散抵抗指標と第 2 拡散抵抗指標との積を、適宜 P とも表す。すなわち、 $(L1/S1) \times (L2/S2) = P$  である。

【0015】

また、上記拡散抵抗部は、多孔質体によって構成されており、上記空間断面積 S1 は、上記拡散抵抗部の断面積に上記多孔質体の気孔率を乗じた値である。これにより、拡散抵抗部における拡散抵抗を容易に調整することができるとともに、 $(L1/S1) \times (L2/S2)$  の調整によって、応答性及び検出精度を正確に管理することができる。

【0016】

また、上記内部空間は、上記ポンプ用電極が面する領域から上記センサ用電極が面する領域に至るまで、一様な形状を有する。これにより、内部空間に導入された被測定ガスが円滑にセンサ用電極まで到達することができるため、応答性に優れたガスセンサ素子を得ることができる。

20

【0017】

なお、内部空間におけるポンプセルとセンサセルとの並び方向に直交する断面の断面積が、ポンプセルとセンサセルとの並び方向における位置によって異なる場合には、拡散抵抗部とセンサセルとの間において最も断面積が小さい部分の断面積を、上記空間断面積 S2 とする。また、拡散抵抗部の長さとは、拡散抵抗部に対する被測定ガスの入口からガスが向かう方向の長さをいう。また、拡散抵抗部の長さ方向に直交する断面の断面積が、長さ方向の位置によって異なる場合には、最も断面積が小さい部分の断面積を、上記空間断面積 S1 とする。

30

【実施例】

【0018】

(実施例 1)

上記ガスセンサ素子の実施例につき、図 1 ~ 図 4 を用いて説明する。

本例のガスセンサ素子 1 は、図 1、図 2 に示すごとく、酸素イオン伝導性を有する固体電解質体 5 と、被測定ガス中の特定ガスの濃度を検出するセンサセル 2 と、被測定ガス中の酸素濃度を調整するポンプセル 3 と、被測定ガスが導入される内部空間 11 と、内部空間 11 に導入される被測定ガスが通過する拡散抵抗部 17 と、を備えている。

【0019】

40

センサセル 2 は、酸素イオン伝導性を有する固体電解質体 5 の一部と、該固体電解質体 5 に設けられた一対のセンサ用電極 21、22 とからなる。

ポンプセル 3 は、固体電解質体 5 の他の一部と、該固体電解質体 5 に設けられた一対のポンプ用電極 31、32 とからなり、被測定ガス中の酸素濃度を調整するよう構成されている。

内部空間 11 は、一方のセンサ用電極 21 及び一方のポンプ用電極 31 に面するとともに、被測定ガスが導入されるよう構成されている。

拡散抵抗部 17 は、内部空間 11 に導入される被測定ガスが通過するよう構成されている。

【0020】

50

図 1、図 4 に示すごとく、拡散抵抗部 17 の長さを  $L_1$ 、拡散抵抗部 17 の長さ方向に直交する断面の空間断面積を  $S_1$ 、拡散抵抗部 17 とセンサセル 2 との間の距離を  $L_2$ 、内部空間 11 におけるポンプセル 3 とセンサセル 2 との並び方向に直交する断面の空間断面積を  $S_2$  とする。このとき、 $L_1$ 、 $S_1$ 、 $L_2$ 、 $S_2$  は、 $1000 \times (L_1 / S_1) \times (L_2 / S_2) \times 5000$  を満たす。また、 $1250 \times (L_1 / S_1) \times (L_2 / S_2) \times 2500$  を満たすことが好ましい。

【0021】

本例のガスセンサ素子 1 は、窒素酸化物 ( $NO_x$ ) 濃度を検出する  $NO_x$  センサである。すなわち、本例においては、被測定ガスは、自動車等の内燃機関の排ガスであり、特定ガスは  $NO_x$  である。

【0022】

図 1、図 2 に示すごとく、ガスセンサ素子 1 は、固体電解質体 5 と、内部空間 11 を形成するためのスペーサ 110 と、内部空間 11 を介して固体電解質体 5 と対向する絶縁板 12 と、ヒータ 131 を内蔵したヒータ基板 13 とを積層してなる。固体電解質体 5 はジルコニア ( $ZrO_2$ ) からなり、スペーサ 110、絶縁板 12、ヒータ基板 13 は、いずれもアルミナ ( $Al_2O_3$ ) からなる。

【0023】

ヒータ基板 13 と固体電解質体 5 との間には、基準ガスである空気が導入される基準ガス室 14 が形成されている。また、図 1、図 3 に示すごとく、スペーサ 110 の先端部の一部に切欠き部が設けられており、該切欠き部に拡散抵抗部 17 が設けてある。つまり、拡散抵抗部 17 は、ガスセンサ素子 1 の先端部に、軸方向 X に形成されている。

【0024】

本例において、拡散抵抗部 17 は、アルミナの多孔質体からなる。それゆえ、本例において、上述の空間断面積  $S_1$  は、拡散抵抗部 17 の断面積  $S_0$  (図 4) に多孔質体の気孔率を乗じた値である。また、多孔質体の気孔率は、例えば、多孔質体を平面にて切断して、その断面を SEM (電子顕微鏡) 等にて観察することにより、測定することができる。より具体的には、多孔質体の気孔に低粘度の樹脂を含浸させたのち、スライサにより平面で切断し、観察断面を露出させる。次いで、観察断面を平滑化した後、観察断面を SEM にて観察する。このとき、断面に現れている骨材の面積割合を画像処理にて計算して、この面積割合を 100% から引いた値が、気孔率として算出される。

【0025】

また、図 4 に示すごとく、内部空間 11 は、ポンプ用電極 31 が面する領域からセンサ用電極 21 が面する領域に至るまで、一様な形状を有する。本例においては、特に、内部空間 11 は直方体形状を有し、その先端から基端に至るまで、軸方向 X に直交する断面の形状が略同一の長方形形状を有する。

【0026】

図 1、図 3 に示すごとく、内部空間 11 には、固体電解質体 5 の一方の表面に形成されたポンプ用電極 31 とセンサ用電極 21 とが配されている。また、基準ガス室 14 には、固体電解質体 5 の他方の表面に形成されたポンプ用電極 32 とセンサ用電極 22 とが配されている。ただし、本例においては、ポンプ用電極 32 とセンサ用電極 22 とは、一体化された一つの共通電極を構成している。

【0027】

さらに、本例のガスセンサ素子 1 は、図 2、図 3 に示すごとく、被測定ガス (排ガス) 中の酸素濃度を検出するモニタセル 4 を有している。モニタセル 4 は、固体電解質体 5 の一部と固体電解質体 5 に設けられた一対のモニタ用電極 41、42 とからなる。つまり、内部空間 11 には、ポンプ用電極 31 及びセンサ用電極 21 の他に、モニタ用電極 41 も配されており、基準ガス室 14 には、ポンプ用電極 32 及びセンサ用電極 22 の他に、モニタ用電極 42 も配されている。ただし、モニタ用電極 42 は、ポンプ用電極 32 及びセンサ用電極 22 とともに、一体化された一つの共通電極を構成している。

【0028】

10

20

30

40

50

図 3 に示すごとく、センサセル 2 とモニタセル 4 との並び方向は、ポンプセル 3 とセンサセル 2 との並び方向に直交する。本例においては、ポンプセル 3 とセンサセル 2 との並び方向は、ガスセンサ素子 1 の軸方向 X であり、センサセル 2 とモニタセル 4 との並び方向は、ガスセンサ素子 1 における軸方向 X 及び積層方向 Z の双方に直交する幅方向 Y である。また、センサセル 2 及びモニタセル 4 は、ポンプセル 3 よりも基端側に配されている。つまり、センサセル 2 及びモニタセル 4 は、軸方向 X において、ポンプセル 3 を挟んで拡散抵抗部 17 と反対側に位置する。センサセル 2、ポンプセル 3、モニタセル 4 の位置は、それぞれセンサ用電極 21、ポンプ用電極 31、モニタ用電極 41 の位置と一致する。

#### 【0029】

10

本例において、内部空間 11 に面するセンサ用電極 21 とモニタ用電極 41 とポンプ用電極 31 とは、それぞれ 2 種以上の金属成分を含有する合金からなる。より具体的には、センサ用電極 21 は Pt (白金) と Rh (ロジウム) の合金であり、モニタ用電極 41 及びポンプ用電極 31 は Pt と Au (金) の合金である。これにより、センサ用電極 21 は、NOx 分子及び酸素分子を分解することができ、モニタ用電極 41 及びポンプ用電極 31 は、酸素分子を分解するものの、NOx 分子は分解しない。

#### 【0030】

次に、本例のガスセンサ素子 1 の動作原理につき説明する。

まず、被測定ガスは、拡散抵抗部 17 を通過して、内部空間 11 に導入される。この状態において、ポンプセル 3 の一対のポンプ用電極 31、32 に電圧を印加することにより、内部空間 11 側のポンプ用電極 31 上において排ガス中の酸素が還元されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により他方のポンプ用電極 32 へ送られる。これにより、酸素が内部空間 11 から基準ガス室 14 に排出される。

20

#### 【0031】

また、モニタセル 4 の一対のモニタ用電極 41、42 に所定の電圧を印加すると、内部空間 11 側のモニタ用電極 41 上において排ガス中の酸素が還元されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により他方のモニタ用電極 42 に送られる。このときモニタセル 4 に流れた電流は、被測定ガス中の酸素濃度に起因する。

#### 【0032】

また、センサセル 2 の一対のセンサ用電極 21、22 に所定の電圧を印加する。これにより、センサ用電極 21 上において内部空間 11 の排ガス中の酸素及び窒素酸化物が分解され、酸素イオンがポンピング作用により他方のセンサ用電極 22 に送られる。このときセンサセル 2 に流れる電流は、窒素酸化物の濃度と酸素の濃度とに起因する。

30

#### 【0033】

このようにして、ポンプセル 3 によって内部空間 11 における酸素濃度を所定の値に保ちつつ、センサセル 2 及びモニタセル 4 にそれぞれ流れる電流値を測定する。これにより、センサセル 2 において測定された電流値とモニタセル 4 において測定された電流値との差分から、窒素酸化物の濃度を正確に算出することが可能となる。

#### 【0034】

次に、本例の作用効果につき説明する。

40

ガスセンサ素子 1 は、 $1000 \leq (L1/S1) \times (L2/S2) \leq 5000$  を満たすことにより、応答性と検出精度との両立を図ることができる。

本願発明者らは、応答性及び検出精度が、拡散抵抗部 17 の構成のみならず、内部空間 11 の構成にも大きく依存することに着目し、後述する実験例 1、2 に示すように、第 1 拡散抵抗指標 ( $L1/S1$ ) と第 2 拡散抵抗指標 ( $L2/S2$ ) との積 P と、応答性及び検出精度との関係を調べた。その結果、第 1 拡散抵抗指標と第 2 拡散抵抗指標との積、すなわち  $(L1/S1) \times (L2/S2)$  を、 $1000 \sim 5000$  とすることにより、応答性と検出精度との両立を効果的に図ることができることを見出した。さらには、 $(L1/S1) \times (L2/S2)$  を、 $1250 \sim 2500$  とすることにより、応答性と検出精度との両立を一層効果的に図ることができることを見出した。

50

## 【0035】

また、拡散抵抗部17は、多孔質体によって構成されており、空間断面積 $S_1$ は、拡散抵抗部17の断面積 $S_0$ に多孔質体の気孔率を乗じた値とした。これにより、拡散抵抗部17における拡散抵抗を容易に調整することができるとともに、 $(L_1/S_1) \times (L_2/S_2)$ の調整によって、応答性及び検出精度を正確に管理することができる。

## 【0036】

また、内部空間11は、ポンプ用電極31が面する領域からセンサ用電極21が面する領域に至るまで、一様な形状を有する。これにより、内部空間11に導入された被測定ガス(排ガス)が円滑にセンサ用電極21まで到達することができるため、応答性に優れたガスセンサ素子1を得ることができる。

10

## 【0037】

また、ガスセンサ素子1は、モニタセル4を有しているため、特定ガス濃度( $NO \times$ 濃度)の検出精度を向上させることができる。また、センサセル2とモニタセル4との並び方向は、ポンプセル3とセンサセル2との並び方向に直交するため、一層検出精度の向上を図ることができる。

## 【0038】

以上のごとく、本例によれば、応答性と検出精度との両立を図ることができるガスセンサ素子を提供することができる。

## 【0039】

## (実験例1)

20

本例においては、図5に示すごとく、第1拡散抵抗指標( $L_1/S_1$ )と第2拡散抵抗指標( $L_2/S_2$ )との積 $P$ と、ガスセンサ素子の検出精度との関係を調べた。

すなわち、検出精度を、センサセル2に流れるオフセット電流の値によって評価した。オフセット電流は、被測定ガス中に特定ガスとしての $NO \times$ ガスが存在しないときにもセンサセル2に流れる電流であり、これが大きいほど検出精度が悪化しやすい。

## 【0040】

実験に用いるガスセンサ素子としては、実施例1において示したものを基本構成としつつ、上記積 $P$ の値が変化するように、各部の形状を種々変化させたものを複数個用意した。具体的には、内部空間11における拡散抵抗部17の基端からセンサセル2の先端までの距離 $L_2$ 及び空間断面積 $S_2$ を種々変化させることにより、上記積 $P$ を変化させた。

30

## 【0041】

そして、各ガスセンサ素子について、オフセット電流を測定した。つまり、各ガスセンサ素子を内蔵したガスセンサを作製し、これを被測定ガスが流れる排気管に設置した。ここで用いた被測定ガスは、 $NO \times$ を含まず、酸素を20%含むガスである。

## 【0042】

測定結果を図5に示す。同図において、グラフ中に示した5個のプロットが各測定値であり、曲線M1は上記測定値に沿った近似曲線である。同図から分かるように、積 $P$ が大きくなるほど、オフセット電流が小さくなる。そして、 $P=1000$ においては、オフセット電流が $0.1 \mu A$ 以下となり、さらに、 $P=1250$ においては、オフセット電流が $0.05 \mu A$ 以下となる。この結果から、積 $P$ を大きくすることにより、オフセット電流を小さくすることができ、ガスセンサ素子の検出精度が向上することが分かる。そして、 $P=1000$ とすることにより、ガスセンサ素子の検出精度を十分に確保することができ、 $P=1250$ とすることにより、ガスセンサ素子の検出精度をより向上させることができる。

40

## 【0043】

## (実験例2)

本例においては、図6に示すごとく、第1拡散抵抗指標( $L_1/S_1$ )と第2拡散抵抗指標( $L_2/S_2$ )との積 $P$ と、ガスセンサ素子の応答性との関係を調べた。

応答性の評価は、窒素酸化物に対する各ガスセンサ素子の応答時間を測定することにより行った。実験に用いるガスセンサ素子としては、実施例1において示したものを基本構

50

成としつつ、上記積 P の値が変化するように、各部の形状を種々変化させたものを複数個用意した。

【0044】

そして、各ガスセンサ素子について、応答時間を測定した。つまり、各ガスセンサ素子を内蔵したガスセンサを作製し、これを流速 12 m / s にて被測定ガスが流れる排気管に設置した。この状態においてセンサ出力を計測しつつ、ある時点において急激に被測定ガスの NOx 濃度を変動させた。そして、NOx 濃度を変動させた時点からセンサ出力が変動するまでの時間を、応答時間とした。

【0045】

測定結果を図 6 に示す。同図において、グラフ中に示した 5 個のプロットが各測定値であり、曲線 M2 は上記測定値に沿った近似曲線である。同図から分かるように、積 P が小さくなるほど、応答時間が短くなる。そして、P 5000 においては、応答時間が 0.5 秒以下となり、さらに、P 2500 においては、応答時間が 0.3 秒以下となる。この結果から、積 P を小さくすることにより、応答時間を短くすることができ、ガスセンサ素子の検出精度が向上することが分かる。そして、P 5000 とすることにより、ガスセンサ素子の応答時間を十分に短くすることができ、P 2500 とすることにより、ガスセンサ素子の応答時間をより短縮することができる。

10

【0046】

本発明のガスセンサ素子は、上記実施例以外にも、種々の構成を採りうる。

例えば、実施例 1 においては、拡散抵抗部を多孔質体によって構成した例を示したが、例えば、内部空間よりも空間断面積を小さくして、そこに多孔質体を配置しない構成としてもよい。また、実施例 1 においては、拡散抵抗部を、内部空間に対してガスセンサ素子の先端側に配置した例を示したが、拡散抵抗部を、内部空間に対して、積層方向 Z (厚み方向)につながる位置に配置してもよいし、幅方向 Y につながる位置に配置してもよい。これらの場合、拡散抵抗部の長さ L1 は、それぞれ積層方向 Z (厚み方向)、幅方向 Y の長さとなる。

20

【符号の説明】

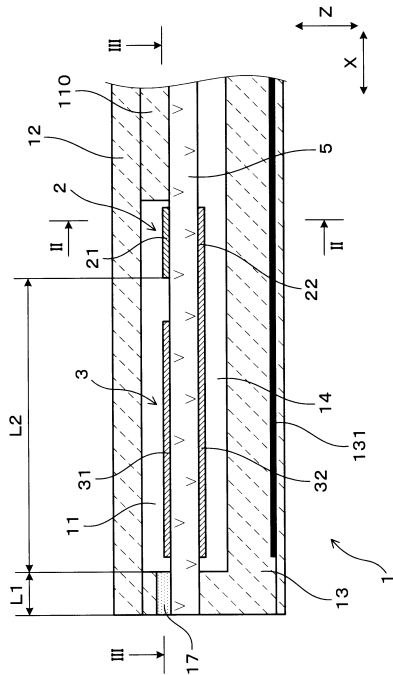
【0047】

- 1 ガスセンサ素子
- 11 内部空間
- 17 拡散抵抗部
- 2 センサセル
- 21、22 センサ用電極
- 3 ポンプセル
- 31、32 ポンプ用電極
- 5 固体電解質体

30

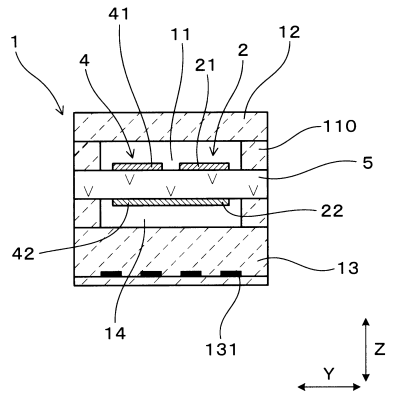
【図 1】

(図 1)



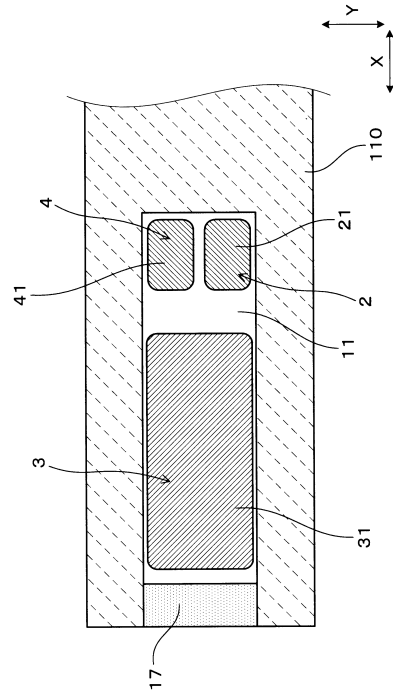
【図 2】

(図 2)



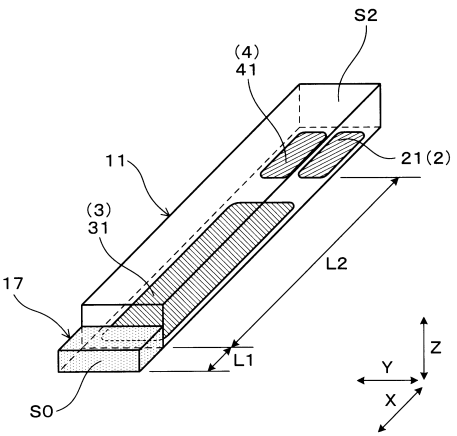
【図 3】

(図 3)



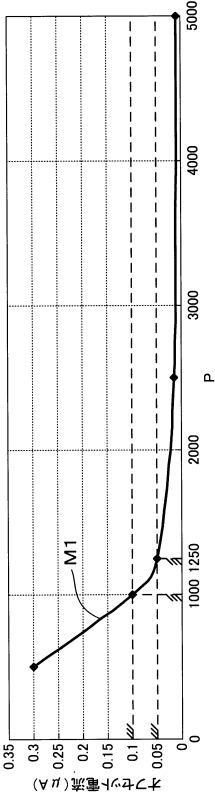
【図 4】

(図 4)



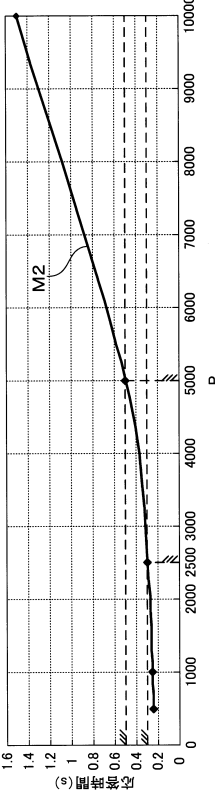
【図 5】

(図 5)



【図 6】

(図 6)



---

フロントページの続き

(72)発明者 中藤 充伸

愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

審査官 黒田 浩一

(56)参考文献 特開2011-58834 ( J P , A )

特開2003-149199 ( J P , A )

特開2000-321238 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 N 2 7 / 4 1 6

G 0 1 N 2 7 / 4 1 9