

(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2015-62013

(P2015-62013A)

(43) 公開日 平成27年4月2日(2015.4.2)

(51) Int.Cl.

GO 1 N 27/416 (2006.01)

F I

GO 1 N 27/46 3 3 1

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-168428 (P2014-168428)
(22) 出願日 平成26年8月21日 (2014.8.21)
(31) 優先権主張番号 特願2013-171109 (P2013-171109)
(32) 優先日 平成25年8月21日 (2013.8.21)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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
(71) 出願人 000004695
株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14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 荒木 貴司
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 水谷 圭吾
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
会社日本自動車部品総合研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスセンサ

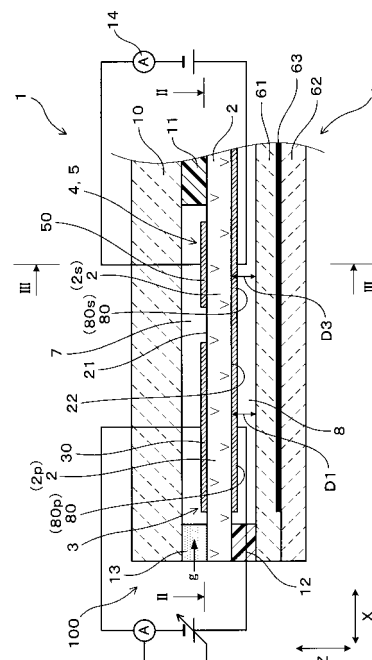
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 1つの固体電解質体、ポンプ電極、センサ電極、基準電極により、ポンプセル及びセンサセルを構成し、ヒータの消費電力を低減できると共に、小型化が可能なガスセンサを提供する。

【解決手段】 ポンプ電極30とセンサ電極50との最短距離L2の、固体電解質体2の厚みdに対する比率を3以上としたことで、ガスセンサ1は、1つの固体電解質体2、ポンプ電極30、センサ電極50、基準電極80により、ポンプセル3及びセンサセル5を構成することができるため、固体電解質体2とヒータ63との間には、ガス室7と基準ガス室8とのいずれか一方のみが介在することになり、ポンプセル3及びセンサセル5とヒータ63との距離を小さくすることができ、ヒータ63によってポンプセル3及びセンサセル5を加熱しやすくなる。

【選択図】 図1

(図1)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸素を含むガスの所定のガス成分の濃度を測定するガスセンサ(1)であって、
前記ガスが導入されるガス室(7)と、
基準ガスが導入される基準ガス室(8)と、
酸素イオン伝導性を有し、前記ガス室(7)と前記基準ガス室(8)との間に配置され、前記ガス室(7)に面する第1主面と、前記基準ガス室(8)に面する第2主面とを有する一つの板状の固体電解質体(2)と、
前記固体電解質体(2)の前記第1主面に形成された複数の電極(30、50)と、
前記固体電解質体(2)の前記第2主面に形成された基準電極(80)と、
前記固体電解質体(2)の前記第1主面に形成された前記電極の一つであり、前記基準電極(80)と前記固体電解質体(2)の一部(2p)とともに、前記ガス中の酸素濃度を調整するポンプセル(3)を構成するポンプ電極(30)と、
前記固体電解質体(2)の前記第1主面に形成された前記電極の一つであり、前記基準電極(80)と前記固体電解質体(2)の一部(2s)とともに、前記ポンプセル(3)によって酸素の濃度を調整した後における前記ガス中の所定ガス成分の濃度に応じた信号を出力するセンサセル(5)を構成するセンサ電極(50)と、
前記ガス室(7)又は前記基準ガス室(8)を介して前記固体電解質体(2)に対向配置されており、前記固体電解質体(2)を加熱する所定の厚みを有する板状のヒータ(6)と、を有し、
前記ポンプ電極(30)と前記センサ電極(50)との最短距離(L2)と、前記固体電解質体(2)の厚み(d)との比率(L2/d)が3以上であることを特徴とするガスセンサ。

10

20

【請求項 2】

前記固体電解質体(2)の前記第1主面に形成された前記電極の一つであり、前記基準電極(80)と前記固体電解質体(2)の一部(2m)とともに、前記ポンプセルを使って酸素濃度を調整した後における前記ガス中の酸素濃度をモニタするモニタセルを構成するモニタ電極(40)をさらに備え、前記ガス室(7)は単一の空間により形成されることを特徴とする請求項1記載のガスセンサ。

30

【請求項 3】

前記ヒータ(6)の前記固体電解質体(2)に対向する表面と、前記固体電解質体(2)の前記第2主面の一部であって前記ポンプセル(3)を構成する部位(2p)の表面との間の、前記ヒータ(6)の厚さ方向における距離(D1)と、前記ヒータ(6)の前記固体電解質体(2)に対向する表面と、前記固体電解質体(2)の前記第2主面の一部であって前記モニタセル(4)を構成する部位(2m)の表面との間の、前記ヒータ(6)の厚さ方向における距離(D2)と、前記ヒータ(6)の前記固体電解質体(2)に対向する表面と、前記固体電解質体(2)の前記第2主面の一部であって前記センサセル(5)を構成する部位(2s)の表面との間の、前記ヒータ(6)の厚さ方向における距離(D3)が、互いに等しいことを特徴とする請求項2に記載のガスセンサ。

40

【請求項 4】

前記ガス室(7)は、前記ヒータの厚み方向に沿った所定の厚みと、所定の幅を有する空間により形成され、この前記ガス室(7)の厚みは、前記第1主面の前記ポンプ電極(30)が形成された部分から前記第1主面の前記モニタ電極(40)および前記センサ電極(50)が形成された部分まで一定となっており、前記ガス室(7)の幅は、前記ガス室(7)内での前記ガスの流れ方向と前記厚み方向に直交し、前記第1主面の前記ポンプ電極(30)が形成された部分から前記第1主面の前記モニタ電極(40)および前記センサ電極(50)が形成された部分まで一定であることを特徴とする請求項2または請求項3に記載のガスセンサ。

【請求項 5】

前記基準電極(80)は、前記ポンプセル(30)を構成する第1の基準電極(80p

50

）と、前記モニタセル（４）を構成する第２の基準電極（８０ｍ）と、前記センサセル（５）を構成する第３の基準電極（８０ｓ）とを一体的に有することを特徴とする請求項１～請求項４のいずれか１項に記載のガスセンサ。

【請求項６】

前記ガス室（７）は、その中において前記ガスが所定の方向（２５０）に流れるように構成されており、前記ポンプ電極（３０）は、この所定の方向の上流に位置する一方、前記モニタ電極（４０）および前記センサ電極（５０）は、この所定方向の下流に位置するとともに、並列的に配置されていることを特徴とする請求項１～請求項５のいずれかに記載のガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【０００１】

本発明は、酸素を含むガスに含まれる所定のガス成分の濃度を測定するガスセンサに関する。

【背景技術】

【０００２】

例えば、下記特許文献１には、酸素イオン伝導性を有する２つの固体電解質体を備えた、自動車の排気ガスに含まれる NO_x の濃度を測定するガスセンサが開示されている。２つの固体電解質体は、それぞれシート状となっており、その厚さ方向に対向している。２枚の固体電解質体の間には、空間が存在し、この空間は、ガス（排気ガス）が導入されるガス室となっている。固体電解質体の各々は、ガスに曝される表面と、これとは反対側の大気等の基準ガスに曝される表面を有する。

20

【０００３】

固体電解質体の各々は、その両面に電極が形成されている。２つの固体電解質体のうち一方（以下、第１固体電解質体とも言う）と、その両面に形成した電極とによって、ポンプセルを形成する。また、他方の固体電解質体（以下、第２固体電解質体とも言う）と、その両面に形成した電極とによって、モニタセルとセンサセルとを形成する。これらポンプセルと、モニタセルと、センサセルとは、その機能が互いに異なる。これら３つのセルを用いて、ガスに含まれる NO_x 等の所定のガス成分の濃度が測定される。

【０００４】

30

また、前記ガスセンサは、前記第１固体電解質体と第２固体電解質体とをそれぞれ活性温度まで加熱するヒータを備える。このヒータは、第１固体電解質体の第２固体電解質体に対向する面とは反対の面に対向するように配置されている。ヒータと第１固体電解質体との間には空間が存在し、この空間は、前記基準ガスが導入される基準ガス室となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２００４－１０８７８８号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、前記ガスセンサは、ヒータから第２固体電解質体までの間に、前記基準ガス室と、第１固体電解質体と、前記ガス室とが存在するため、ヒータから第２固体電解質体までの距離が長くなる。そのため、ガスセンサが大型化しやすいという問題がある。

【０００７】

また、前記ガスセンサは、ヒータから第２固体電解質体までの距離が長いと、第２固体電解質体の温度を一定に保ちにくい。すなわち、第２固体電解質体の温度にばらつきが生じる。そのため、第２固体電解質体によって構成されるモニタセルやセンサセルの温度のばらつきが大きくなり、所定のガス成分の濃度の所望の測定精度が得られない場合があ

50

る。また、ヒータと第2固体電解質体までの距離があるため、第2固体電解質体を所望の温度まで加熱するためのヒータの消費電力が大きいという問題もある。

【0008】

本発明は、前記問題に鑑みてなされたもので、複数のセルそれぞれの温度ばらつきを小さくし、ヒータの消費電力を低減できると共に、小型化が可能なガスセンサを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様は、酸素を含むガスに含まれる所定のガス成分の濃度を測定するガスセンサであって、

前記ガスが導入されるガス室と、

基準ガスが導入される基準ガス室と、

酸素イオン伝導性を有し、前記ガス室と前記基準ガス室との間に配置され、前記ガス室に面する第1主面と、前記基準ガス室に面する第2主面とを有する一つの板状の固体電解質体と、

前記固体電解質体の前記第1主面に形成された複数の電極と、

前記固体電解質体の前記第2主面に形成された基準電極と、

前記固体電解質体の前記第1主面に形成された前記電極の一つであり、前記基準電極と前記固体電解質体の一部とともに、前記ガス中の酸素濃度を調整するポンプセルを構成するポンプ電極と、

前記固体電解質体の前記第1主面に形成された前記電極の一つであり、前記基準電極と前記固体電解質体の一部とともに、前記ポンプセルによって酸素の濃度を調整した後における前記ガス中の所定ガス成分の濃度に応じた信号を出力するセンサセルを構成するセンサ電極と、

前記ガス室又は前記基準ガス室を介して前記固体電解質体に対向配置されており、前記固体電解質体を加熱する所定の厚みを有する板状のヒータと、を有し、

前記ポンプ電極と前記センサ電極との最短距離の、前記固体電解質体の厚みに対する比率が3以上であることを特徴とするガスセンサである。

【発明の効果】

【0010】

すなわち、ポンプ電極とセンサ電極との最短距離を固体電解質体の厚みに対して大きくすることにより比率を3以上という条件が満足される。これによりポンプ電極とセンサ電極との間の抵抗が大きくなり、ポンプ電極からセンサ電極への電流のリークが低減される。これにより、ポンプセルにおいて必要な電流の流れが確保される。また、固体電解質体の厚みをポンプ電極とセンサ電極との最短距離に対して小さくすることにより比率を3以上という条件が満足される。これにより、ポンプ電極と、ポンプセルを構成する基準電極との間の抵抗が小さくなり、ポンプ電極からセンサ電極への電流のリークが低減され、センサセルへのリーク電流の流入を抑制できる。したがって、所定ガス成分の濃度の測定の精度が向上する。

このように前記ポンプ電極と前記センサ電極との最短距離の、前記固体電解質体の厚みに対する比率を3以上とすることで、1つの固体電解質体のみで、この固体電解質体の第1主面に形成された複数の電極と、固体電解質体の第2主面に形成された基準電極により、ガス中の酸素濃度を調整するポンプセルと、このポンプセルによって酸素の濃度を調整した後における前記ガス中の所定ガス成分の濃度に応じた信号を出力するセンサセルを形成することができる。

これにより、固体電解質体とヒータとの間には、ガス室と基準ガス室とのいずれか一方のみが介在することになる。したがって、ポンプセル及びセンサセルとヒータとの距離を狭めることができ、ヒータによってポンプセル及びセンサセルを加熱しやすくなる。また、ガスセンサ全体の厚みを小さくすることができ、ガスセンサを小型化することができる。

【0011】

以上のごとく、本開示によれば、所定ガス成分の濃度測定の精度が高いガスセンサが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施例1における、ガスセンサ素子の断面図。

【図2】図1のII-II断面図。

【図3】図1のIII-III断面図。

【図4】実施例1における、ガスセンサ素子の分解斜視図。

【図5】実施例2における、ガスセンサ素子の断面図。

【図6】実施例3における、ガスセンサ素子の断面図。

【図7】実験例1における固体電解質体寸法を種々変更した際の比率 (L_2/d) とガスセンサの濃度検出精度の関係を示す表及びグラフ。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

上述した内燃機関用点火コイルにおける好ましい実施の形態について説明する。ガスセンサにおいて、ポンプ電極とモニタ電極とセンサ電極および基準電極とは、それぞれ同一の固体電解質体に形成されている。この場合、一つの固体電解質体と各電極によりポンプセル及びセンサセルを形成できる。よって、固体電解質体とヒータとの間には、ガス室と基準ガス室とのいずれか一方のみが介在することになる。したがって、ポンプセル及びセンサセルとヒータとの距離を狭めることができ、ヒータによってポンプセル及びセンサセルを加熱しやすくなる。また、ガスセンサ全体の厚みを小さくすることができ、ガスセンサを小型化することができる。

20

【実施例】

【0014】

(実施例1)

実施例1のガスセンサ1について、図1～図4を用いて説明する。ガスセンサ1は、酸素を含むガスgに含まれる所定のガス成分の濃度を測定するために用いられる。図1に示すごとく、ガスセンサ1は、ガス室7と、基準ガス室8と、板状の固体電解質体2 (2p, 2m, 2s) と、ポンプ電極30と、モニタ電極40と、センサ電極50と、基準電極80と、所定の厚みを有する板状のヒータ6とを備える。ガス室7には酸素を含むガスgが導入され、基準ガス室8には基準ガスが導入される。

30

【0015】

固体電解質体2は、ガス室7と基準ガス室8との間に設けられている。固体電解質体2は、ジルコニアやセリア等の、酸素イオン伝導性を有する材料からなる板状体である。

図1に示すごとく、固体電解質体2は所定の厚みdを有し、この厚みdを介して互に対向する第1主面21と第2主面22を有する。ポンプ電極30とモニタ電極40とセンサ電極50とは、固体電解質体2におけるガス室7に曝される第1主面21に形成されている。また、基準電極80は、固体電解質体2における基準ガス室8に曝される第2主面22に形成されている。

ここで、固体電解質体2の厚みdとは、固体電解質体2の長手方向に5箇所の厚みを測定した際の平均値である。

40

ヒータ6は、ポンプ電極30とモニタ電極40とセンサ電極50および固体電解質体2に加えて基準電極80も加熱して、固体電解質体2の活性に必要な所定の温度まで上昇させる。なお、固体電解質体2の活性とは、固体電解質体2が酸素やNOxの濃度の測定に必要な温度に達したことを示し、NOx濃度の測定にはNOxを酸素イオンと窒素イオンとに分解する作用を有することを表している。

【0016】

固体電解質体2とポンプ電極30と基準電極80とによって、ガスg中の酸素濃度を調整するポンプセル3を形成してある。また、図3に示すごとく、固体電解質体2とモニタ電極40と基準電極80とによって、ポンプセル3を使って酸素濃度を調整した後にお

50

るガスg中の酸素濃度を検出するモニタセル4を形成してある。さらに、図1、図3に示すごとく、固体電解質体2とセンサ電極50と基準電極80とによって、ポンプセル3を使って酸素濃度を調整した後におけるガスg中の所定のガス成分の濃度を検出するセンサセル5を形成してある。具体的には、センサセル5は、所定のガス成分の濃度を示す信号を出力する。

【0017】

ヒータ6は、基準ガス室8を挟んで固体電解質体2に対向配置されている。

ヒータ6の厚さ方向(Z方向)において、固体電解質体2のうちポンプセル3を構成する部位2pからヒータ6までの距離D1と、固体電解質体2のうちモニタセル4を構成する部位2mからヒータ6までの距離D2と、固体電解質体2のうちセンサセル5を構成する部位2sからヒータ6までの距離D3とが、互いに等しくなっている。すなわち、ヒータ6は、セラミック製のヒータシート62と、該ヒータシート62の表面に形成され通電により発熱するヒータパターン63と、該ヒータパターン63を被覆する絶縁層61とからなる。距離D1は、固体電解質体2の主面22の一部であってポンプセル3を構成する部位2pの領域と、この主面22に対面する絶縁層61の主面90との間の最短距離であり、距離D2は、図3に示すように、固体電解質体2の主面22の一部であってモニタセル4を構成する部位2mの領域と絶縁層61の主面90の間の最短距離であり、距離D3は、固体電解質体2の主面22の一部であってセンサセル5を構成する部位2sの領域と絶縁層61の主面90の間の最短距離である。

【0018】

本例のガスセンサ1は、自動車の排気ガスに含まれるNOx濃度を測定するための、NOxセンサとして機能する。すなわち、本例におけるガスgは内燃機関を有する自動車の排気ガスであり、所定のガス成分はNOxである。NOxの濃度を測定する際には、ガスセンサ1の全体を、図示しない筒状のケース内に収容し、これを自動車の排気管に取り付ける。この際、ガスセンサ1の先端部100を排気管内に差し込み、後端部を、基準ガスである大気に露出させる。

【0019】

図1、図4に示すごとく、ガスセンサ1は、セラミック等からなる絶縁板10と、ガス室7を形成するためのシート状の第1スペーサ11と、固体電解質体2と、基準ガス室8を形成するためのシート状の第2スペーサ12と、ポンプセル3、モニタセル4及びセンサセル5を加熱するためのヒータ6とを、Z方向に積層している。

【0020】

ガス室7は、自動車の排気管から排気ガス(ガスg)が導入される空間である。ガスgは、図1、図2に示すようにガス室7内を矢印250で示すような方向に流れる。図4に示すごとく、第1スペーサ11には切欠部79を形成してあり、この切欠部79がガス室7となる。また、第1スペーサ11には、拡散抵抗層13を設けてある。この拡散抵抗層13を通して、排気管からガス室7へガスgが導入される。拡散抵抗層13によって、ガスgの流入速度を制限している。

【0021】

基準ガス室8は、酸素濃度が一定である基準ガスとしての大気を導入される空間で、前記第2スペーサ12に設けた貫通穴89により形成される。この貫通穴89は、ガスgの流れ方向X(すなわち、図1、図2に示すガス室7内を流れる方向250)に延びる溝からなる通路部121を介して、大気が存在するガスセンサ1の外部空間に連通している。この通路部121を通して、基準ガス室8に大気を導入される。なお、第1スペーサ11及び第2スペーサ12は、アルミナ等の絶縁材料よりなる。

【0022】

ポンプ電極30とモニタ電極40とは、NOxに対する分解活性が低い金属材料から構成されている。具体的には、ポンプ電極30、モニタ電極40は、主成分として金Auと白金Ptとを含有する多孔質サーメット電極からなる。また、センサ電極50は、NOxに対する分解活性が高い金属材料から構成されている。具体的には、センサ電極50は、

主成分として白金 Pt とロジウム Rh とを含有する多孔質サーメット電極からなる。

【0023】

図4に示すごとく、ポンプ電極30、モニタ電極40、センサ電極50、基準電極80は、電流の経路となるリード16を有している。また、第1スペーサ11、絶縁板10には、Z方向に貫通したスルーホール17が形成されており、このスルーホール17によって、ポンプ電極30、モニタ電極40、センサ電極50は絶縁板10の表面まで電氣的に導通している。また、絶縁板10の表面には、外部機器と電気接続するためのリード接続電極15を複数個設けてある。

【0024】

ヒータ6は、セラミック製のヒータシート62と、該ヒータシート62の表面に形成され通電により発熱するヒータパターン63と、ヒータパターン63を被覆する絶縁層61とからなる。ヒータ6は、ヒータパターン63を外部からの給電により発熱させ、前記ポンプセル3、モニタセル4及びセンサセル5をそれぞれ活性化温度まで加熱するものである。また、ヒータシート62にはスルーホール17とパッド18とが形成されており、スルーホール17を通じて、ヒータパターン63とパッド18とが電氣的に接続している。また、基準電極80も、スルーホール17を通じて、ヒータ62の表面に形成したリード接続電極180に電気接続されている。

【0025】

また、ポンプセル3を使って多量の酸素を排出するために、ヒータパターン63の発熱中心が、ポンプセル3側に偏っている。すなわち、ポンプセル3の方が、モニタセル4やセンサセル5よりも高温になるように、ヒータパターン63を使って、ポンプセル3、モニタセル4、センサセル5を加熱している。

ここで、図1～図3に示したように、固体電解質体2は厚みdを有する。また、ポンプ電極30とセンサ電極50とは、最短距離L2だけ離間している。本実施例では、前記最短距離L2と固体電解質体2の厚みdとの比率(L2/d)は3以上となるようにガスセンサ1は構成されている。

上述したように、固体電解質体2の厚みdは、板状の固体電解質体2の長手方向に5箇所の厚みを測定した際の平均値である。また、ポンプ電極30とセンサ電極50との最短距離L2は、ポンプ電極30とセンサ電極50とが形成された固体電解質体2のガスセンサ1の長手方向、すなわち、ガスgの流れ方向250に沿ったポンプ電極30とセンサ電極50との間隔である。

言い換えれば、ポンプ電極30とセンサ電極50との最短距離L2を固体電解質体2の厚みdに対して大きくすることにより比率3以上という条件が満足される。これによりポンプ電極30とセンサ電極50との間の抵抗が大きくなり、ポンプ電極30からセンサ電極50への電流のリークが低減される。これにより、ポンプセル3において必要な電流の流れが確保される。

また、固体電解質体2の厚みdをポンプ電極30とセンサ電極50との距離L2に対して小さくすることにより比率3以上という条件が満足される。これにより、ポンプ電極30と、ポンプセル3を構成する基準電極80(すなわち基準電極80p)との間の抵抗が小さくなる。これにより、ポンプ電極30からセンサ電極50への電流のリークが低減され、センサセル5へのリーク電流の流入を抑制できる。したがって、所定ガス成分の濃度の測定の精度が向上する。

このようにポンプ電極30とセンサ電極50との最短距離L2の、固体電解質体2の厚みdに対する比率を3以上としたことで、ガスセンサ1は、1つの固体電解質体2のみで構成とすることができる。そして、この固体電解質体2に、ポンプ電極30、モニタ電極40、センサ電極50、及び基準電極80を形成することで、ポンプセル3、モニタセル4、センサセル5の3種類のセルを構成することができる。

また、ガスセンサ1の小型化の点から、前記最短距離L2は0.3mm～0.7mmが好ましく、固体電解質体2の厚みdは0.1mm～0.3mmが好ましい。さらに、前記最短距離L2と厚みdの比率(L2/d)は、7以下となるように構成することが好まし

10

20

30

40

50

い。

各数値範囲は、固体電解質体 2 の強度、前記ポンプセル 3、モニタセル 4、センサセル 5 の機能上の観点から規定する。

前記したように、酸素を有するガス g の所定のガス成分 (NO_x) の濃度の測定は、ポンプセル 3 で酸素濃度が調整された後のガス g の残留酸素濃度をモニタセル 4 で測定し、所定のガス成分 (NO_x) の濃度と残留酸素濃度の合計に相当する酸素濃度をセンサセル 5 で測定し、センサセル 5 の出力とモニタセル 4 の出力の差分をとることにより、センサセル 5 の出力から残留酸素濃度に相当する成分を排除することにより行われる。

【0026】

図 1、図 2 に示すごとく、本実施例では、ガス室 7 は、第 1 スペース 11、絶縁板 10、固体電解質体 2 により形成される単一の空間からなっている。したがって、ガス室 7 内のガス g の流れが円滑にでき、所定ガス成分の濃度を示すセンサセル 5 の出力の変動を高い応答性で検出することができる。

10

また、ガス室 7 は、ヒータ 6 の厚み方向 (すなわち Z 方向) に沿った所定の厚みと、所定の幅を有する単一の空間により形成さる。このガス室 7 の厚みは、少なくとも、固体電解質体 2 の主面 21 のポンプ電極 30 が形成された部分から主面 21 のモニタ電極 40 およびセンサ電極 50 が形成された部分まで一定となっている。ガス室 7 の幅は、ガス室 7 内のガスの流れ方向 250 と厚み方向に直交する方向、すなわち、図 2 の Y 方向に沿った第 1 スペース 11 の内側壁間の間隔であり、すくなくとも、主面 21 のポンプ電極 30 が形成された部分から主面 21 のモニタ電極 40 およびセンサ電極 50 が形成された部分

20

【0027】

また、図 2 に示すごとく、X 方向 (すなわちガス g が流れる方向 250) における、ポンプ電極 30 からモニタ電極 40 までの距離 L1 と、ポンプ電極 30 からセンサ電極 50 までの距離 L2 とが互いに等しい。

【0028】

30

また、本例では図 1、図 4 に示すごとく、基準電極 80 は、ポンプセル 3 とモニタセル 4 とセンサセル 5 において共用されている。すなわち、基準電極 80 は、ポンプセル 3 を構成する基準電極 80p と、モニタセル 4 を構成する基準電極 80m と、センサセル 5 を構成する基準電極 80s とを一体的に有する単一の導体からなる。

【0029】

次に、ガスセンサ 1 の所定ガスの濃度検出の動作原理について説明する。図 1 に示すごとく、ガス g は、拡散抵抗層 13 を通って、ガス室 7 に導入される。導入されたガス g には酸素分子が含まれるため、ポンプセル 3 を使って、酸素分子を排出する。すなわち、基準電極 80 とポンプ電極 30 との間に、基準電極 80 が高電位となるように直流電圧を加える。このようにすると、ポンプ電極 30 において酸素分子が還元されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により基準ガス室 8 へ排出される。ポンプセル 3 に加える直流電圧の大きさを調整することにより、ガス室 7 内の酸素濃度を制御している。

40

【0030】

酸素濃度が低減したガス g は、モニタセル 4 とセンサセル 5 へ導入される。ガス g には、ポンプセル 3 において排出しきれなかった酸素分子が含まれているため、この酸素分子の濃度をモニタセル 4 によって測定する。図 3 に示すごとく、モニタセル 4 では、基準電極 80 とモニタ電極 40 との間に、基準電極 80 が高電位となるように直流電圧を加える。このようにすると、ガス g に含まれる酸素分子が還元されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により基準ガス室 8 へ排出される。モニタ電極 40 は、 NO_x の分解に不活性な Pt-Au サーマット電極であるため、モニタセル 4 に流れる酸素イオン電流は、ガス g

50

に含まれる酸素分子の濃度のみに依存し、 NO_x の濃度には依存しない。したがって、電流計 14 を使って酸素イオン電流値を測定すれば、ガス g に含まれる酸素分子の濃度を測定できる。

【0031】

また、センサセル 5 においても、基準電極 80 とセンサ電極 50 との間に、基準電極 80 が高電位となるように直流電圧を加える。センサ電極 50 は、 NO_x の分解に活性な Pt-Rh サーマット電極であるため、センサ電極 50 上において酸素分子と NO_x 分子とがそれぞれ還元されて酸素イオンとなり、ポンピング作用によって基準ガス室 8 へ排出される。したがって、電流計 14 を使って酸素イオン電流値を測定すれば、ガス g に含まれる酸素分子と NO_x 分子との合計の濃度を算出することができる。

10

【0032】

このように、モニタセル 4 を用いて、ガス g に含まれる酸素分子の濃度 A を測定し、センサセル 5 を用いて、酸素分子と NO_x 分子との合計の濃度 B を測定する。そして、前記濃度 B から前記濃度 A を減算することにより、ガス g 中の NO_x の濃度が算出される。

【0033】

なお、本例では、ポンプセル 3 を使ってガス g から酸素を排出しているが、加える電圧の向きを逆にして、基準ガス室 8 からガス g へ酸素を導入してもよい。

【0034】

本例の作用効果について説明する。

図 1 に示したように、固体電解質体 2 は厚み d を有する。また、ポンプ電極 30 とセンサ電極 50 とは、最短距離 L_2 だけ離間している。

20

そして、最短距離 L_2 と固体電解質体 2 の厚み d との比率 (L_2 / d) は 3 以上となるようにガスセンサ 1 は構成されている。言い換えれば、ポンプ電極 30 とセンサ電極 50 との距離 L_2 を固体電解質体 2 の厚み d に対して大きくすることにより比率 3 以上という条件が満足される。これによりポンプ電極 30 とセンサ電極 50 との間の抵抗が大きくなり、ポンプ電極 30 からセンサ電極 50 への電流のリークが低減される。これにより、ポンプセル 3 において必要な電流の流れが確保される。また、固体電解質体 2 の厚み d をポンプ電極 30 とセンサ電極 50 との距離 L_2 に対して小さくすることにより比率 3 以上という条件が満足される。これにより、ポンプ電極 30 と、ポンプセル 3 を構成する基準電極 80 (すなわち基準電極 80 p) との間の抵抗が小さくなり、ポンプ電極 30 からセンサ電極 50 への電流のリークが低減され、ポンプセル 3 において必要な電流の流れが確保される。よって、所定ガス成分の濃度測定の精度が向上する。

30

これにより、1つの固体電解質体 2 を介してポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 を形成することが可能となる。そのため、固体電解質体 2 とヒータ 6 との間には、ガス室 7 と基準ガス室 8 とのいずれか一方のみが介在することになり、ヒータ 7 とポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 とヒータ 6 との距離を狭めることができ、ヒータ 6 によってポンプセル 3、センサセル 5 及びモニタセル 4 を加熱しやすくなる。さらに、Z 方向におけるガスセンサ 1 の厚みを小さくし、ガスセンサ 1 を小型化することができる。

また、図 1、図 3 に示すごとく、ガスセンサ 1 においては、ヒータ 6 と固体電解質体 2 との間に、基準ガス室 8 が介在している。また、前記距離 D_1 、 D_2 、 D_3 を互いに等しくしてある。

40

そのため、ポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 との 3 つのセルを、それぞれヒータ 6 に接近させることができる。すなわち、本例では、固体電解質体 2 とヒータ 6 との間に、基準ガス室 8 のみが介在するため、ポンプセル 3、モニタセル 4 及びセンサセル 5 とヒータ 6 との間隔を狭めることができる。

また、ポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 を全てヒータ 6 から均等な距離に配置することで、ヒータ 6 からポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 へ伝達される熱エネルギーが均等となり、ポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 の温度ばらつきを小さくすることができる。また、ヒータ 6 によるポンプセル 3 と、モニタセ

50

ル 4 と、センサセル 5 の加熱を必要最小限の消費電力で行うことができる。

【 0 0 3 5 】

また、本例のガスセンサ 1 は、1 つの固体電解質体 2 とポンプ電極 3 0、モニタ電極 4 0、センサ電極 5 0 でそれぞれポンプセル 3 とモニタセル 4 とセンサセル 5 とを構成する。そのため、ガスセンサ 1 の製造コストを低減できる。

【 0 0 3 6 】

図 1、図 2 に示すごとく、ガス室 7 は、ヒータ 6 の厚み方向（すなわち Z 方向）に沿った所定の厚みと、所定の幅を有する単一の空間により形成さる。このガス室 7 の厚みは、少なくとも、固体電解質体 2 の主面 2 1 のポンプ電極 3 0 が形成された部分から主面 2 1 のモニタ電極 4 0 およびセンサ電極 5 0 が形成された部分まで一定となっている。ガス室 7 の幅は、ガス室 7 内でのガスの流れ方向 2 5 0 と厚み方向に直交する方向、すなわち、図 2 の Y 方向に沿った第 1 スペース 1 1 の内側壁間の間隔であり、すくなくとも、主面 2 1 のポンプ電極 3 0 が形成された部分から主面 2 1 のモニタ電極 4 0 およびセンサ電極 5 0 が形成された部分まで一定となっている。すなわち、ガス室 7 内における、ポンプ電極 3 0 からモニタ電極 4 0 及びセンサ電極 5 0 までの間には、絞り部や隔壁のように、ガス室 7 の Z 方向寸法または Y 方向寸法を狭くする物が存在しない。これにより、ガス室 7 内において、ガス g が、ポンプ電極 3 0 から、モニタ電極 4 0 及びセンサ電極 5 0 へ拡散律速することなく流れるようになる。したがって、ガス g 中の所定のガス成分（ NO_x ）の濃度が変化したときに、その変化を短時間で検出することができる。すなわち、ガスセンサ 1 の出力の応答性を向上することができる。

【 0 0 3 7 】

また、本例のガスセンサ 1 は、ポンプセル 3 を構成する基準電極 8 0 p と、モニタセル 4 を構成する基準電極 8 0 m と、センサセル 5 を構成する基準電極 8 0 s とが単一の導体により形成されている。

そのため、図 4 に示すごとく、基準電極 8 0 から延びるリード 1 6 b をセル毎に設ける必要がなくなり、1 本にして共通化することができる。そのため、ガスセンサ 1 の構成を簡素にすることが可能になる。また、ガスセンサ 1 をハウジングに組み込んでガスセンサアセンブリを構成する場合、リード 1 6 b に通電部材を接続することになるが、前記構成にすると、リード 1 6 b を 1 本にできるため、前記通電部材も 1 本にすることができ、ガスセンサの構成を簡素にすることができる。

【 0 0 3 8 】

また、本例では図 2 に示すごとく、X 方向（すなわち、ガス g の流れ方向 2 5 0）における、ポンプ電極 3 0 からモニタ電極 4 0 までの距離 L_1 と、ポンプ電極 3 0 からセンサ電極 5 0 までの距離 L_2 とが互いに等しい。そのため、ポンプセル 3 によって酸素濃度を低減されたガス g が、モニタ電極 4 0 とセンサ電極 5 0 とに略同時に到達する。したがって、モニタ電極 4 0 上におけるガス g の酸素濃度と、センサ電極 5 0 上におけるガス g の酸素濃度とが殆ど同一になる。そのため、上述したように濃度の減算（濃度 B - 濃度 A）を行ったときに、酸素濃度を正確にキャンセルできるようになる。これにより、所定のガス成分の濃度を正確に測定することが可能になる。

また、ガス室 7 は、その中においてガス g が所定の方向 2 5 0 に流れるように構成されている。ポンプ電極 3 0 は、この所定の方向 2 5 0 の上流に位置する一方、モニタ電極 4 0 およびセンサ電極 5 0 は、この所定方向 2 5 0 の下流に位置する。また、モニタ電極 4 0 およびセンサ電極 5 0 は、所定方向 2 5 0 において並列的に配置されている、これにより、酸素を有するガス g の所定のガス成分（ NO_x ）の濃度の測定は、ポンプセル 3 で酸素濃度が調整された後のガス g の残留酸素濃度を示すモニタセル 4 の出力と、所定のガス成分（ NO_x ）の濃度と残留酸素濃度の合計に相当する酸素濃度を示すセンサセル 5 出力の差分における誤差を最小限にすることができ、所定ガス成分（ NO_x ）濃度の測定精度を向上することができる。

【 0 0 3 9 】

なお、ポンプセル 3 は、モニタセル 4 やセンサセル 5 よりも流れる酸素イオンの量が多

いため、ポンプセル 3 は、モニタセル 4 やセンサセル 5 よりも温度を高くすることが望ましい。そのため本例では、図 4 に示すようにヒータ 6 の最も高温となる位置をポンプセル 3 に近い位置にしている。これにより、ポンプセル 3 の温度を、モニタセル 4 やセンサセル 5 の温度よりも若干高くしている。

【0040】

以上のごとく、本例によれば、所定ガス成分の濃度を示すセンサセル 5 の出力の変動を高い応答性で検出することができる。また、ポンプセル 3、モニタセル 4、センサセル 5 の温度ばらつきを小さくすることができ、ヒータ 6 の消費電力を低減できると共に、小型化が可能なガスセンサ 1 を提供することができる。

【0041】

(実施例 2)

図 5 に、実施例 2 にかかるガスセンサ 1 を示す。ガスセンサ 1 は、固体電解質体 2 を絶縁部材 29 を介して 2 つの固体電解質体 2a、2b に分割している。一方の固体電解質体 2a を用いてポンプセル 3 を構成し、他方の固体電解質体 2b を用いてモニタセル 4 及びセンサセル 5 を構成する。Z 方向における、一方の固体電解質体 2a とヒータ 6 との距離 D_a と、他方の固体電解質体 2b とヒータ 6 との距離 D_b とは、互いに等しい。正確には、距離 D_a は、固体電解質体 2a の主面 22a と、この主面 22a に対面する絶縁層 61 の主面 90 との間の最短距離であり、距離 D_b は、固体電解質体 2b の主面 22b と、絶縁層 61 の主面 90 との間の最短距離である。

【0042】

固体電解質体 2a、2b の間には、絶縁部材 29 が介在している。本実施例のガスセンサ 1 は、流れる電流が相対的に大きいポンプセル 3 と、流れる電流が相対的に小さいモニタセル 4 及びセンサセル 5 とを独立した固体電解質体 2a と固体電解質体 2b とで構成している。そのため、ポンプセル 3 に流れた電流の一部がノイズ電流となって、モニタセル 4 及びセンサセル 5 に流れる不具合が最小限にされる。これにより、所定のガス成分の濃度測定の精度が向上する。本実施例では固体電解質体 2 を分割体として備えるが、この固体電解質体 2 の両主面に面してガス室 7 と基準ガス室 8 が形成され、固体電解質体 2 とヒータ 7 との間には基準ガス室 8 のみが介在することになり、ポンプセル 3、モニタセル 4、センサセル 5 とヒータ 7 との距離を小さくすることができ、ヒータ 7 によってこれらポンプセル 3、モニタセル 4、センサセル 5 を加熱しやすくなる。

【0043】

その他の構成は、実施例 1 と同様である。また、図 5 に用いた符号のうち、実施例 1 において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例 1 と同様の構成要素等を表す。

【0044】

(実施例 3)

図 6 に、実施例 3 にかかるガスセンサ 1 を示す。ガスセンサ 1 は、ヒータ 6 の位置において実施例 1 と異なる。すなわち、ヒータ 6 と固体電解質体 2 との間に、ガス室 7 が設けられている。そして、ヒータ 6 は、ガス室 7 を介して固体電解質体 2 に対向する。

【0045】

その他の構成は、実施例 1 と同様である。また、図 6 に用いた符号のうち、実施例 1 において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例 1 と同様の構成要素等を表す。

(実験例 1)

ここで、図 1 ~ 3 に示す実施例 1 のガスセンサを用いて、固体電解質体 2 の厚み d と、ポンプ電極 30 とセンサ電極 50 との最短距離 L_2 とを種々変更して、この最短距離 L_2 と厚み d との比率 (L_2 / d) の値とガスセンサの NO_x ガスの濃度検出精度の関係を調べた。

実験は、 NO_x 濃度 100 ppm、 O_2 濃度 20 % のガス環境下において、 NO_x 濃度 100 ppm に相当するセンサセル 5 に流れる電流を基準 (100 %) と定義した時に、

10

20

30

40

50

各寸法試料のセンサセル 5 に流れる電流との変化率を出力誤差とし、以下の式で定義した。

$$\text{出力誤差 (\%)} = ((\text{各寸法試料のセンサセル電流} / \text{基準としたセンサセル電流}) - 1) \times 100$$

図 7 (a)、(b) に実験結果を示すように、固体電解質体 2 の厚み d とポンプ電極 30 とセンサ電極 50 との最短距離 L2 の比率 (L2 / d) を 3 以上とすることで、出力誤差を 2.5 % 以下に大きく低減することが可能であることがわかる。また、比率 (L2 / d) は 3 以上であれば出力誤差はより小さくできるが、上述のように、固体電解質体 2 の強度、前記ポンプセル 3、モニタセル 4、センサセル 5 の機能上の観点から 7 以下とすることが好ましい。

10

【符号の説明】

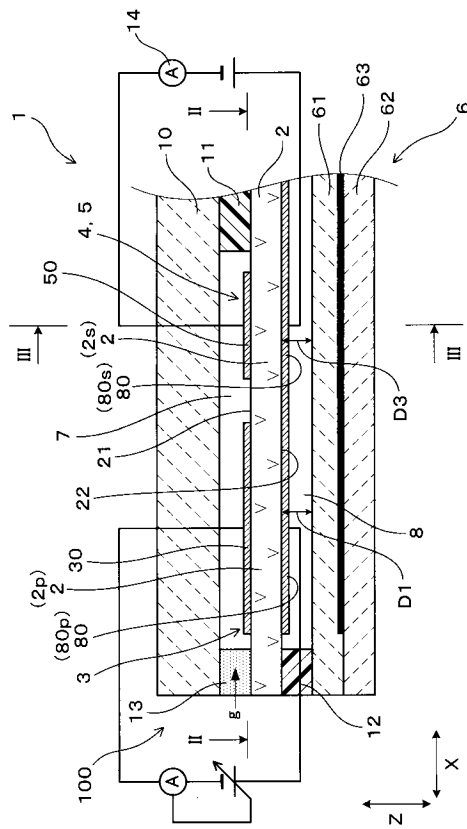
【0046】

- 1 ガスセンサ
- 2 固体電解質体
- 3 ポンプセル
- 30 ポンプ電極
- 4 モニタセル
- 40 モニタ電極
- 5 センサセル
- 50 センサ電極
- 6 ヒータ
- 7 ガス室
- 8 基準ガス室
- 80 基準電極
- 100 ガスセンサ先端部
- g ガス

20

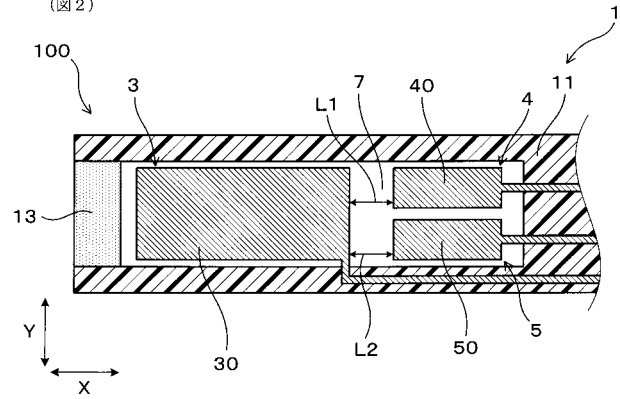
【 図 1 】

(圖 1)



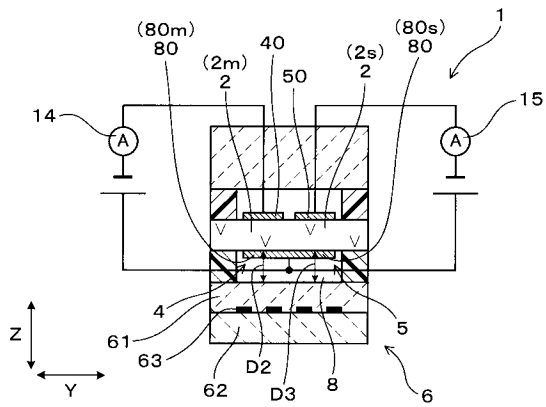
【 図 2 】

(圖 2)



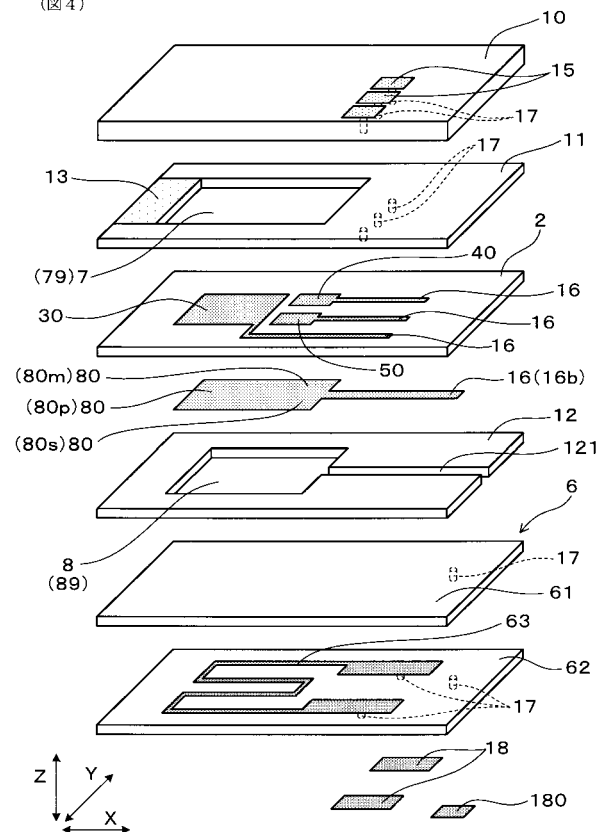
【 図 3 】

(圖 3)



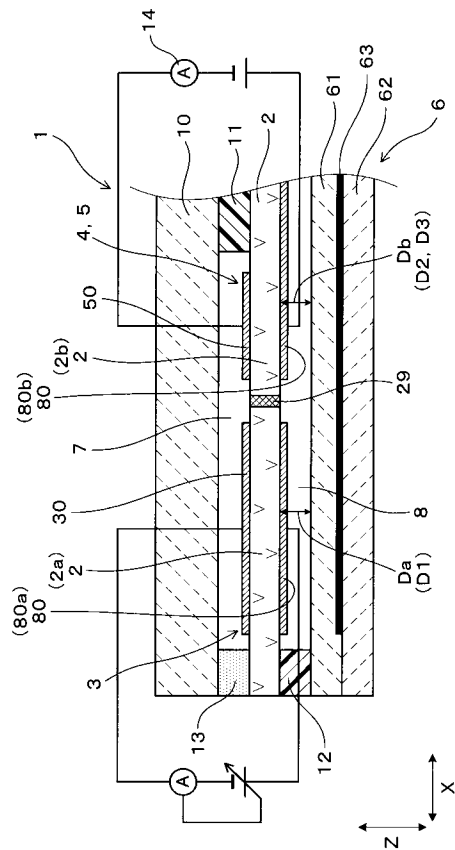
【 図 4 】

(圖 4)



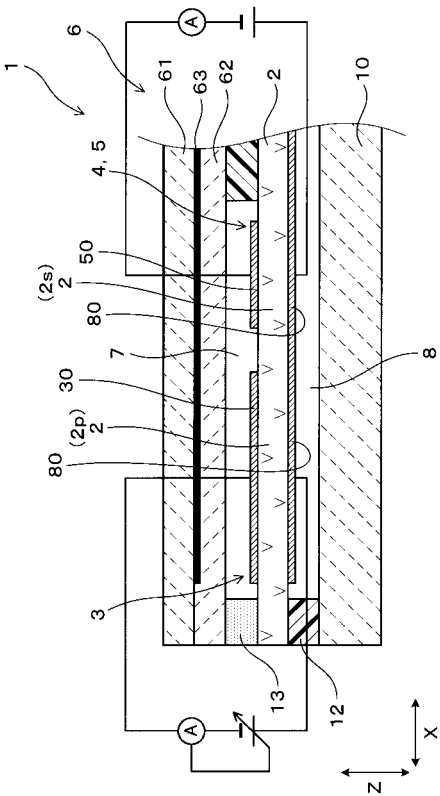
【図 5】

(図 5)



【図 6】

(図 6)



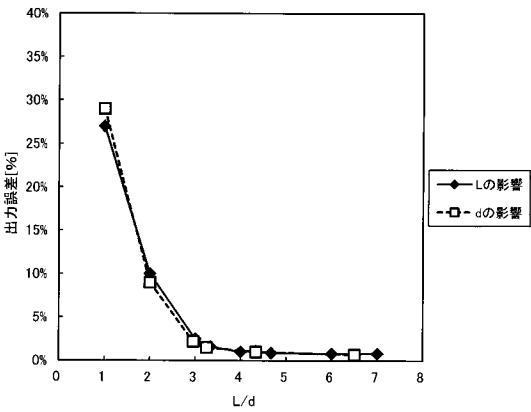
【図 7】

(図 7)

(a)

L2	d	L2/d	出力誤差
[mm]	[mm]		
0.15	0.15	1.0	27.0%
0.30	0.15	2.0	10.0%
0.45	0.15	3.0	2.5%
0.50	0.15	3.3	1.6%
0.60	0.15	4.0	1.0%
0.65	0.15	4.3	1.1%
0.70	0.15	4.7	0.9%
0.90	0.15	6.0	0.8%
1.05	0.15	7.0	0.8%
0.65	0.65	1.0	29.0%
0.65	0.33	2.0	9.0%
0.65	0.22	3.0	2.2%
0.65	0.20	3.3	1.5%
0.65	0.15	4.3	1.0%
0.65	0.10	6.5	0.7%

(b)



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