

(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2017-190986

(P2017-190986A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.

G 0 1 N 27/419 (2006.01)

F I

G 0 1 N 27/419 3 2 7 H

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-79800 (P2016-79800)
 (22) 出願日 平成28年4月12日 (2016.4.12)

(71) 出願人 000004547
 日本特殊陶業株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 (74) 代理人 100113022
 弁理士 赤尾 謙一郎
 (74) 代理人 100110249
 弁理士 下田 昭
 (74) 代理人 100116090
 弁理士 栗原 和彦
 (72) 発明者 五十嵐 愛
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 日本特殊陶業株式会社内
 (72) 発明者 伊藤 哲哉
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 日本特殊陶業株式会社内

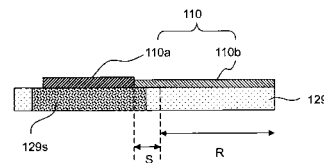
(54) 【発明の名称】 ガスセンサ素子及びガスセンサ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】被測定ガスの雰囲気の変化に伴ってセルの起電力が急激に変化してガスの検出精度が低下することを抑制すると共に、固体電解質体の特性劣化を抑制し、さらにポンピング性能の低下を抑制したガスセンサ素子及びガスセンサを提供する。

【解決手段】絶縁層129の貫通孔に固体電解質体129sを充填してなる複合層と、固体電解質体の表面に形成され固体電解質体よりも内側に配置された一対の電極110aと、一対の電極に接続される一対のリード部110bとを有する酸素ポンプセルと、測定室と、ヒータと、を有し、酸素ポンプセルが被測定ガス中の酸素の汲み入れ又は汲み出しを行うガスセンサ素子であって、リード部は、電極より幅狭であり、少なくとも一方のリード部のうち、ヒータの加熱により電極が達する最高温度よりも10%以上低温となるリード部の部位Rは、絶縁層に接している。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

絶縁層に設けられた貫通孔に固体電解質体を充填してなる複合層と、前記固体電解質体の表面に形成され前記固体電解質体の積層方向の境界よりも内側に配置された一対の電極と、前記一対の電極に電氣的に接続されて軸線方向に延びる一対のリード部とを有する酸素ポンプセルと、

前記複合層と間隔を開けて積層される他部材との間に区画され外部から被測定ガスを導入する測定室と、

前記複合層の積層方向に配置され前記酸素ポンプセルを加熱するヒータと、

を有し、前記軸線方向に延びると共に、前記酸素ポンプセルが前記測定室に導入される被測定ガス中の酸素の汲み入れ又は汲み出しを行うガスセンサ素子であって、

前記リード部は、前記電極より幅狭であり、

少なくとも一方の前記リード部のうち、前記ヒータの加熱により前記電極が達する最高温度よりも 10 % 以上低温となる前記リード部の部位は、前記絶縁層に接していることを特徴とするガスセンサ素子。

【請求項 2】

板状の固体電解質体と前記固体電解質体の表面に配置された一対の電極と前記一対の電極に電氣的に接続されて軸線方向に延びる一対のリード部とを有する酸素ポンプセルと、

前記固体電解質体と、該固体電解質体と間隔を開けて積層される他部材との間に区画され外部から被測定ガスを導入する測定室と、

前記固体電解質体の積層方向に配置され前記酸素ポンプセルを加熱するヒータと、

を有し、軸線方向に延びると共に、前記酸素ポンプセルが前記測定室に導入される被測定ガス中の酸素の汲み入れ又は汲み出しを行うガスセンサ素子であって、

前記リード部は、前記電極より幅狭であり、

少なくとも一方の前記リード部のうち、前記ヒータの加熱により前記電極が達する最高温度よりも 10 % 以上低温となる前記リード部の部位と、前記固体電解質体との間に少なくとも絶縁層が配置され、かつ前記リード部の前記軸線方向先端部は、前記絶縁層よりも先端に位置することを特徴とするガスセンサ素子。

【請求項 3】

被測定ガス中の特定ガスを検出するガスセンサ素子と、該ガスセンサ素子を保持する主体金具と、を備えるガスセンサであって、

前記ガスセンサ素子として、請求項 1 又は 2 に記載のガスセンサ素子を備えるガスセンサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば燃焼器や内燃機関等の燃焼ガスや排気ガス中に含まれる特定ガスのガス濃度を検出するのに好適に用いられるガスセンサ素子及びガスセンサに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、内燃機関の排気ガス中の特定成分（酸素、 NO_x 等）の濃度を検出するガスセンサが用いられている（特許文献 1、2）。特許文献 1、2 記載のガスセンサは自身の内部にガスセンサ素子を有し、ガスセンサ素子は、固体電解質層の両面に一対の電極を形成してなるセルを有している。例えば特許文献 2 記載のガスセンサの場合、図 12 に示すようにガスセンサ素子 1000 は 2 つのセル 1300、1400 を有している。

このうち、セル 1400 は固体電解質層 1090 の両面に形成された電極 1080、1100 を有し、電極 1100 は多孔質層 1130 を介して外部との間で排気ガス中の酸素の汲み出し又は汲み入れを行う酸素ポンプセルとなっている。一方、セル 1300 は、測定室 1070 に面して測定室 1070 内の排気ガス中の酸素濃度に応じた出力電圧（起電力）を出力する酸素濃度検出セルとなっている。そして、この出力電圧が一定となるよう

10

20

30

40

50

に酸素ポンプセル 1 4 0 0 に電圧 (V_p 電圧) を印加してポンプ電流 I_p を流し、該ポンプ電流 I_p に応じた排気ガス中の酸素濃度を検出するようになっている。

【 0 0 0 3 】

さらに、各電極は、電極部と、電極部に電氣的に接続されて軸線方向 (図 1 2 の紙面方向) に延びる電極リード部とを備えている。そして、特許文献 1、2 記載のガスセンサは、電極リード部と固体電解質層との間に絶縁層を配置することで、ブラックニングと称される固体電解質層の特性劣化や、固体電解質層のクラック発生を防止している。ブラックニングは、固体電解質層を介して電極反応が生じている状態で、固体電解質層に酸素不足が生じて固体電解質層中の金属酸化物が還元される現象である。ブラックニングが生じると、固体電解質層の特性 (イオン伝導性) が劣化し、セルの酸素ポンピング性能が低下する。又、固体電解質層に酸素不足が生じることで固体電解質層が脆くなり、クラック (亀裂) が生じる場合がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特許第 4 1 6 6 4 0 3 号公報

【特許文献 2】特許第 5 3 7 4 5 2 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

20

ところで、固体電解質層のブラックニングやクラックを防止する観点からは、電極リード部の全てを固体電解質層から絶縁することが好ましい。しかしながら、一般に電極部と電極リード部とは、電極材料のペーストを固体電解質層や絶縁層の表面に印刷し焼成して形成される。このため、電極部との境界まで電極リード部を絶縁しようとする、印刷ズレによって電極部の一部が絶縁層表面に重なって形成されてしまい、電極部の有効面積が減少してセルの性能 (酸素のポンピング性能) を損なうおそれがある。

このため、電極部と絶縁層との間には印刷ズレを考慮した間隔が必要となるが、この間隔が大き過ぎると、電極リード部の絶縁が不十分となって上述のブラックニングやクラックが発生してしまう。

【 0 0 0 6 】

30

一方、図 1 3 に示すように、酸素ポンプセルにおいて、測定室 1 0 7 0 内の排気ガス中の空燃比 (A/F) がリッチからリーンに変化した場合、 λ センサである酸素濃度検出セル 1 3 0 0 の出力電圧は急激に変化し、それに応じて酸素ポンプセル 1 4 0 0 に印加される V_p 電圧も急激に変化する。すると、酸素ポンプセル 1 4 0 0 から出力されるポンプ電流 I_p にオーバーシュート現象 (リップル ($Ripple$) 現象) と称される余分な脈動電流 R_i が重畳され、酸素濃度の検出値が不正確になるという問題がある。

この原因は、図 1 4 に示すように、酸素ポンプセル 1 4 0 0 の固体電解質層 1 0 9 0 と電極 1 1 0 0 との間にコンデンサ回路が形成され、コンデンサの電極間の電圧 (V_p 電圧) が時間的に変化すると、それに比例してコンデンサの電極間の電荷が時間的に変化して電流が流れ出すためと考えられる。つまり、このコンデンサ回路におけるコンデンサの容量 C と、コンデンサの電荷の変化 ΔQ と、コンデンサの電極間の V_p 電圧の変化 ΔV_p とは、次式 (1) の関係にある。

40

$$\Delta Q = C \times \Delta V_p \quad (1)$$

$\Delta Q = R_i$ であるから、

$$R_i = C \times \Delta V_p \quad (2)$$

となる。式 (2) より、 V_p 電圧の時間変化である ΔV_p を小さくするほど、脈動電流 (オーバーシュート電流) R_i を低減することになる。

一方、図 1 5 に示すように、排気ガス中の空燃比 (A/F) がストイキ点を跨がないときには、酸素濃度検出セル 1 3 0 0 の出力電圧、ひいては V_p 電圧は急激に変化しないので、ポンプ電流 I_p に脈動電流 R_i は重畳されない。

50

【 0 0 0 7 】

そして、固体電解質層 1 0 9 0 と電極（電極リード部を含む）1 1 0 0 との間のコンデンサ回路の容量は温度が低くなるほど大きく、そこに溜まる電荷の量も大きくなる。このため、 ΔV_p が掛かり続ける時間が長くなり、ひいては R_i も大きくなる。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、被測定ガスの雰囲気の変化に伴ってセルの起電力が急激に変化してガスの検出精度が低下することを抑制すると共に、固体電解質体の特性劣化を抑制し、さらにポンピング性能の低下を抑制したガスセンサ素子及びガスセンサの提供を目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するため、本発明のガスセンサ素子は、絶縁層に設けられた貫通孔に固体電解質体を充填してなる複合層と、前記固体電解質体の表面に形成され前記固体電解質体の積層方向の境界よりも内側に配置された一対の電極と、前記一対の電極に電氣的に接続されて軸線方向に延びる一対のリード部とを有する酸素ポンプセルと、前記複合層と間隔を開けて積層される他部材との間に区画され外部から被測定ガスを導入する測定室と、前記複合層の積層方向に配置され前記酸素ポンプセルを加熱するヒータと、を有し、前記軸線方向に延びると共に、前記酸素ポンプセルが前記測定室に導入される被測定ガス中の酸素の汲み入れ又は汲み出しを行うガスセンサ素子であって、前記リード部は、前記電極より幅狭であり、少なくとも一方の前記リード部のうち、前記ヒータの加熱により前記電極部が達する最高温度よりも 1 0 % 以上低温となる前記リード部の部位は、前記絶縁層に接していることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

酸素ポンプセルにおいて、測定室内の排気ガス中の空燃比（ A/F ）がストイキ点を跨いでリッチからリーンに変化した場合、酸素ポンプセルの固体電解質体とリード部を含む電極との間にコンデンサ回路が形成され、ポンプ電流にオーバーシュート現象（リップル（ $Ripple$ ）現象）と称される余分な脈動電流が重畳され、ガスの検出精度が低下する。従って、脈動電流を抑制する観点からは、リード部の全てを固体電解質体から絶縁することが好ましいが、一般に電極及びリード部は印刷で形成されるため、印刷ズレによって電極及びリード部の一部が絶縁層表面に重なり、電極及びリード部の有効面積が減少してセルの性能（酸素のポンピング性能）を損なうおそれがある。

そこで、リード部のうち、電極が達する最高温度よりも 1 0 % 以上低温となる部位を少なくとも絶縁するようにすれば、印刷ズレを考慮して電極と絶縁層との間隔を適度に保ちつつ、オーバーシュート現象が生じるレベルとなるリード部の低温部を確実に絶縁することができる。

これにより、被測定ガスの雰囲気の変化に伴ってセルの起電力が急激に変化してガスの検出精度が低下するオーバーシュート現象を抑制できると共に、固体電解質体の特性劣化を抑制し、さらに電極の有効面積が減少してポンピング性能が低下することも抑制できる。

【 0 0 1 1 】

又、本発明のガスセンサ素子は、板状の固体電解質体と前記固体電解質体の表面に配置された一対の電極と前記一対の電極に電氣的に接続されて軸線方向に延びる一対のリード部とを有する酸素ポンプセルと、前記固体電解質体と、該固体電解質体と間隔を開けて積層される他部材との間に区画され外部から被測定ガスを導入する測定室と、前記固体電解質体の積層方向に配置され前記酸素ポンプセルを加熱するヒータと、を有し、軸線方向に延びると共に、前記酸素ポンプセルが前記測定室に導入される被測定ガス中の酸素の汲み入れ又は汲み出しを行うガスセンサ素子であって、前記リード部は、前記電極より幅狭であり、少なくとも一方の前記リード部のうち、前記ヒータの加熱により前記電極部が達する最高温度よりも 1 0 % 以上低温となる前記リード部の部位と、前記固体電解質体との間に少なくとも絶縁層が配置され、かつ前記リード部の前記軸線方向先端部は、前記絶縁層

10

20

30

40

50

よりも先端に位置することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

このガスセンサ素子によれば、リード部のうち、電極が達する最高温度よりも 1 0 % 以上低温となる部位を少なくとも絶縁するようにすれば、印刷ズレを考慮して電極と絶縁層との間隔を適度に保ちつつ、オーバーシュート現象が生じるレベルとなるリード部の低温部を確実に絶縁することができる。

またこのガスセンサ素子によれば固体電解質体を充填する絶縁層を利用してリード部の絶縁を図る事ができる。

これにより、被測定ガスの雰囲気の変化に伴ってセルの起電力が急激に変化してガスの検出精度が低下するオーバーシュート現象を抑制できると共に、固体電解質体の特性劣化を抑制し、さらに電極の有効面積が減少してポンピング性能が低下することも抑制できる。

10

【 0 0 1 3 】

本発明のガスセンサは、被測定ガス中の特定ガスを検出するガスセンサ素子と、該ガスセンサ素子を保持する主体金具と、を備えるガスセンサであって、前記ガスセンサ素子として、請求項 1 又は 2 に記載のガスセンサ素子を備える。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

この発明によれば、被測定ガスの雰囲気の変化に伴ってガスセンサのセルの起電力が急激に変化してガスの検出精度が低下することを抑制すると共に、固体電解質体の特性劣化を抑制し、さらにポンピング性能の低下を抑制することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の態様の実施形態に係るガスセンサ（酸素センサ）の長手方向に沿う断面図である。

【 図 2 】 ガスセンサ素子の模式分解斜視図である。

【 図 3 】 酸素ポンプセルの電極と複合層との位置関係を示す積層方向から見た平面図である。

【 図 4 】 図 3 の A - A 線に沿う部分断面図である。

【 図 5 】 本発明の第 2 の態様の実施形態に係るガスセンサにおけるガスセンサ素子の模式分解斜視図である。

30

【 図 6 】 酸素ポンプセルの電極と絶縁層との位置関係を示す積層方向から見た平面図である。

【 図 7 】 図 6 の B - B 線に沿う部分断面図である。

【 図 8 】 排気ガスの λ （空燃比）をストイキ点を跨いで所定の周波数で切り替えたとき、センサ出力と、ガスの雰囲気 λ との比（応答強度）を示す図である。

【 図 9 】 排気ガスの λ （空燃比）をストイキ点を跨がずに所定の周波数で切り替えたとき、センサ出力と、ガスの雰囲気 λ との比（応答強度）を示す図である。

【 図 1 0 】 図 8 の応答強度を図 9 の応答強度で除したオーバーシュート割合と、周波数との関係を示す図である。

40

【 図 1 1 】 最高温度に対する温度差（%）と、オーバーシュート割合との関係を示す図である。

【 図 1 2 】 従来のガスセンサにおけるセンサ素子の軸線方向に直交する断面図である。

【 図 1 3 】 ガス中の空燃比（A/F）をリッチからリーンに変化させたときの、酸素酸素ポンプセルのポンプ電流 I_p の時間変化を示す図である。

【 図 1 4 】 酸素酸素ポンプセルの等価回路を示す図である。

【 図 1 5 】 排気ガス中の空燃比（A/F）がストイキ点を跨がないときの、酸素酸素ポンプセルのポンプ電流 I_p の時間変化を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

50

以下、本発明の実施形態について説明する。

図１は本発明の第１の態様の実施形態に係るガスセンサ（酸素センサ）１の長手方向（軸線Ｌ方向）に沿う断面図、図２はガスセンサ素子１００の模式分解斜視図である。

【００１７】

図１に示すように、ガスセンサ１は、ガスセンサ素子１００、ガスセンサ素子１００等を内部に保持する主体金具（ハウジング）３０、主体金具３０の先端部に装着されるプロテクタ２４等を有している。ガスセンサ素子１００は軸線Ｌ方向に延びるように配置されている。

【００１８】

ガスセンサ素子１００は、ヒータ２００と検出素子部３００とを備える。

ヒータ２００は、図２に示すように、アルミナを主体とする第１基体１０１及び第２基体１０３と、第１基体１０１と第２基体１０３とに挟まれ、白金を主体とする発熱体１０２を有している。発熱体１０２は、先端側に位置する発熱部１０２ａと、発熱部１０２ａから第１基体１０１の長手方向に沿って延びる一対のヒータリード部１０２ｂとを有している。そして、ヒータリード部１０２ｂの末端は、第１基体１０１に設けられるヒータ側スルーホール１０１ａに形成された導体を介してヒータ側パッド１２０と電氣的に接続している。第１基体１０１及び第２基体１０３を積層したものが絶縁セラミック体にあたる。

【００１９】

検出素子部３００は、酸素濃度検出セル１３０と酸素ポンプセル１４０との２つのセルを備える。酸素濃度検出セル１３０は、絶縁層１２５及び第１固体電解質層１２５ｓと、その第１固体電解質層１２５ｓの両面に形成された第１電極１０４ａ及び第２電極１０６ａとを有する。

このように、本実施形態では、絶縁層１２５のうち、第１電極１０４ａ、第２電極１０６ａに対向する位置がくり抜かれて第１固体電解質層１２５ｓが埋め込まれていると共に、後端側にスルーホール１２５ａが設けられている。

【００２０】

第１電極１０４ａには、絶縁層１２５の長手方向に沿って延びる第１リード部１０４ｂが電氣的に接続されている。第２電極１０６ａには、絶縁層１２５の長手方向に沿って延びる第２リード部１０６ｂが電氣的に接続されている。

第１電極１０４ａ及び第１リード部１０４ｂを合わせて第１電極部１０４とし、第２電極１０６ａ及び第２リード部１０６ｂを合わせて第２電極部１０６とする。

【００２１】

そして、第１リード部１０４ｂの末端は、第１固体電解質層１２５ｓに設けられる第１スルーホール１２５ａ、後述する測定室絶縁層１０７に設けられる第２スルーホール１０７ａ、絶縁層１２９に設けられる第４スルーホール１２９ａ及び絶縁保護層１１１に設けられる第６スルーホール１１１ａのそれぞれに形成される導体を介して検出素子側パッド１２１と電氣的に接続する。一方、第２リード部１０６ｂの末端は、後述する測定室絶縁層１０７に設けられる第３スルーホール１０７ｂ、絶縁層１２９に設けられる第５スルーホール１２９ｂ及び絶縁保護層１１１に設けられる第７スルーホール１１１ｂのそれぞれに形成される導体を介して検出素子側パッド１２１と電氣的に接続する。

【００２２】

一方、酸素ポンプセル１４０は、絶縁層１２９及び第２固体電解質層１２９ｓと、その第２固体電解質層１２９ｓの両面に形成された第３電極１０８ａ、第４電極１１０ａとを有する。

このように、本実施形態では、絶縁層１２９のうち、第３電極部１０８ａ、第４電極部１１０ａに対向する位置がくり抜かれて第２固体電解質層１２９ｓが埋め込まれていると共に、後端側にスルーホール１２９ａ、１２９ｂが設けられている。

【００２３】

第３電極１０８ａには、絶縁層１２９の長手方向に沿って延びる第３リード部１０８ｂ

10

20

30

40

50

が電氣的に接続されている。第４電極１１０aには、絶縁層１２９の長手方向に沿って延びる第４リード部１１０bが電氣的に接続されている。

第３電極１０８a及び第３リード部１０８bを合わせて第３電極部１０８とし、第４電極１１０a及び第４リード部１１０bを合わせて第４電極部１１０とする。

【００２４】

そして、第３リード部１０８bの末端は、第２固体電解質層１２９sに設けられる第５スルーホール１２９b及び絶縁保護層１１１に設けられる第７スルーホール１１１bのそれぞれに形成される導体を介して検出素子側パッド１２１と電氣的に接続する。一方、第４リード部１１０bの末端は、後述する絶縁保護層１１１に設けられる第８スルーホール１１１cに形成される導体を介して検出素子側パッド１２１と電氣的に接続する。なお、第２リード部１０６bと第３リード部１０８bは同電位となっている。

10

【００２５】

このように、第２固体電解質層１２９s、第１固体電解質層１２５sはそれぞれ四辺を有する絶縁層１２９、１２５の貫通孔に埋め込まれており、ガスセンサ素子１００は、固体電解質層を複合層として絶縁層内に埋め込んだ構成になっている。

ている。又、第２固体電解質層１２９sは、第３電極１０８a、第４電極１１０aの積層方向の重なり部分よりも外側にはみ出すような寸法とされている。同様に、第１固体電解質層１２５sは、第１電極１０４a、第２電極１０６aの積層方向の重なり部分よりも外側にはみ出すような寸法とされている。

20

【００２６】

第２固体電解質層１２９sが特許請求の範囲の「固体電解質体」に相当し、第３電極１０８a、第４電極１１０aが特許請求の範囲の「電極」に相当する。

第３リード部１０８b、第４リード部１１０bが特許請求の範囲の「リード部」に相当する。

又、絶縁層１２９及び第２固体電解質層１２９sが特許請求の範囲の「複合層」に相当する。絶縁層１２５及び第１固体電解質層１２５sが特許請求の範囲の「他部材」に相当する。

【００２７】

これら第１固体電解質層１２５s、第２固体電解質層１２９s、及び後述する固体電解質層１０５、１０９は、ジルコニア(ZrO_2)に安定化剤としてイットリア(Y_2O_3)又はカルシア(CaO)を添加してなる部分安定化ジルコニア焼結体から構成されている。

30

【００２８】

発熱体１０２、第１電極１０４a、第２電極１０６a、第３電極１０８a、第４電極１１０a、ヒータ側パッド１２０及び検出素子側パッド１２１は、白金族元素で形成することができる。これらを形成する好適な白金族元素としては、Pt、Rh、Pd等を挙げることができ、これらはその一種を単独で使用することもできるし、又二種以上を併用することもできる。

【００２９】

もっとも、発熱体１０２、第１電極１０４a、第２電極１０６a、第３電極１０８a、第４電極１１０a、ヒータ側パッド１２０及び検出素子側パッド１２１は、耐熱性及び耐酸化性を考慮するとPtを主体にして形成することがより一層好ましい。さらに、発熱体１０２、第１電極１０４a、第２電極１０６a、第３電極１０８a、第４電極１１０a、ヒータ側パッド１２０及び検出素子側パッド１２１は、主体となる白金族元素の他にセラミック成分を含有することが好ましい。このセラミック成分は、固着という観点から、積層される側の主体となる材料（例えば、第１固体電解質層１２５s、第２固体電解質層１２９s、及び後述する固体電解質層１０５、１０９の主体となる成分）と同様の成分であることが好ましい。

40

【００３０】

そして、上記酸素ポンプセル１４０と酸素濃度検出セル１３０との間に、測定室絶縁層

50

１０７が形成されている。測定室絶縁層１０７は、絶縁部１１４と拡散律速部１１５とからなる。この測定室絶縁層１０７の絶縁部１１４には、第２電極１０６a及び第３電極１０８aに対応する位置に中空の測定室１０７cが形成されている。この測定室１０７cは、測定室絶縁層１０７の幅方向で外部と連通しており、該連通部分には、外部と測定室１０７cとの間のガス拡散を所定の律速条件下で実現する拡散律速部１１５が配置されている。

【００３１】

絶縁部１１４、絶縁層１１７a～１１７d、及び絶縁層１２５、１２９は、絶縁性を有するセラミック焼結体であれば特に限定されなく、例えば、アルミナやムライト等の酸化物系セラミックを挙げることができる。

10

【００３２】

拡散律速部１１５は、アルミナからなる多孔質体である。この拡散律速部１１５によって検出ガスが測定室（ガス検出室）１０７cへ流入する際の律速が行われる。

【００３３】

また、第２固体電解質層１２９sの表面には、第４電極部１１０を挟み込むようにして、絶縁保護層１１１が積層されている。この絶縁保護層１１１の先端側には、第４電極１１０aを取り囲むように略矩形の貫通孔１１２aが設けられ、貫通孔１１２aには多孔質層１１３aが埋設されている。多孔質層１１３aは第４電極１１０aを覆い、第４電極１１０aを被毒から防御すると共に、外部に露出して第４電極１１０aと外部との間で多孔質層１１３aを介してガスが出入可能になっている。

20

なお、本実施の形態のガスセンサ素子１００は、酸素濃度検出セル１３０の電極間に生じるVs電圧（起電力）が所定の値（例えば、450mV）となるように、酸素ポンプセル１４０の電極間に流れる電流（Ip電流）の方向及び大きさが調整され、酸素ポンプセル１４０に流れるIp電流に応じた被測定ガス中の酸素濃度をリニアに検出する酸素センサ素子に相当する。

又、図１に示すように、ガスセンサ素子１００の先端側の全周を覆う多孔質保護層２０が設けられている。

【００３４】

絶縁保護層１１１は、例えば絶縁性を有するセラミック焼結体を用いることができ、アルミナやムライト等の酸化物系セラミックを例示することができる。

30

多孔質層１１３aとしては、アルミナ等やムライト等のセラミックからなる多孔質体を例示することができる。多孔質層１１３aは、例えば上記セラミックとカーボン粒子の混合ペーストを焼成する際に、カーボンを焼失させて製造することができる。

【００３５】

図１に戻り、主体金具３０は、SUS430製のものであり、ガスセンサを排気管に取り付けるための雄ねじ部３１と、取り付け時に取り付け工具をあてがう六角部３２とを有している。また、主体金具３０には、径方向内側に向かって突出する金具側段部３３が設けられており、この金具側段部３３はガスセンサ素子１００を保持するための金属ホルダ３４を支持している。そしてこの金属ホルダ３４の内側にはセラミックホルダ３５、滑石３６が先端側から順に配置されている。この滑石３６は金属ホルダ３４内に配置される第１滑石３７と金属ホルダ３４の後端に渡って配置される第２滑石３８とからなる。金属ホルダ３４内で第１滑石３７が圧縮充填されることによって、ガスセンサ素子１００は金属ホルダ３４に対して固定される。また、主体金具３０内で第２滑石３８が圧縮充填されることによって、ガスセンサ素子１００の外面と主体金具３０の内面との間のシール性が確保される。そして第２滑石３８の後端側には、アルミナ製のスリーブ３９が配置されている。このスリーブ３９は多段の円筒状に形成されており、軸線に沿うように軸孔３９aが設けられ、内部にガスセンサ素子１００を挿通している。そして、主体金具３０の後端側の加締め部３０aが内側に折り曲げられており、ステンレス製のリング部材４０を介してスリーブ３９が主体金具３０の先端側に押圧されている。

40

【００３６】

50

また、主体金具 30 の先端側外周には、主体金具 30 の先端から突出するガスセンサ素子 100 の先端部を覆うと共に、複数のガス取り入れ孔 24 a を有する金属製のプロテクタ 24 が溶接によって取り付けられている。このプロテクタ 24 は、二重構造をなしており、外側には一様な外径を有する有底円筒状の外側プロテクタ 41、内側には後端部 42 a の外径が先端部 42 b の外径よりも大きく形成された有底円筒状の内側プロテクタ 42 が配置されている。

【0037】

一方、主体金具 30 の後端側には、SUS430 製の外筒 25 の先端側が挿入されている。この外筒 25 は先端側の拡張した先端部 25 a を主体金具 30 にレーザ溶接等により固定している。外筒 25 の後端側内部には、セパレータ 50 が配置され、セパレータ 50 と外筒 25 の隙間に保持部材 51 が介在している。この保持部材 51 は、後述するセパレータ 50 の突出部 50 a に係合し、外筒 25 を加締めることにより外筒 25 とセパレータ 50 とにより固定されている。

【0038】

また、セパレータ 50 には、検出素子部 300 やヒータ 200 用のリード線 11 ~ 15 を挿入するための通孔 50 b が先端側から後端側にかけて貫設されている（なお、リード線 14、15 については図示せず）。通孔 50 b 内には、リード線 11 ~ 15 と、検出素子部 100 の検出素子側パッド 121 及びヒータ 200 のヒータ側パッド 120 とを接続する接続端子 16 が収容されている。各リード線 11 ~ 15 は、外部において、図示しないコネクタに接続されるようになっている。このコネクタを介して ECU 等の外部機器と各リード線 11 ~ 15 とは電気信号の入出力が行われることになる。また、各リード線 11 ~ 15 は詳細に図示しないが、導線を樹脂からなる絶縁皮膜にて被覆した構造を有している。

【0039】

さらに、セパレータ 50 の後端側には、外筒 25 の後端側の開口部 25 b を閉塞するための略円柱状のゴムキャップ 52 が配置されている。このゴムキャップ 52 は、外筒 25 の後端内に装着された状態で、外筒 25 の外周を径方向内側に向かって加締めることにより、外筒 25 に固着されている。ゴムキャップ 52 にも、リード線 11 ~ 15 をそれぞれ挿入するための通孔 52 a が先端側から後端側にかけて貫設されている。

【0040】

次に、図 3、図 4 を参照し、第 4 電極 110 a 及び第 4 リード部 110 b と、絶縁層 129 及び第 2 固体電解質層 129 s からなる複合層との位置関係について説明する。

図 3 は、第 4 電極 110 a と複合層との位置関係を示す積層方向から見た平面図、図 4 は図 3 の A - A 線に沿う部分断面図である。

第 4 電極 110 a は、ヒータ 200 の発熱部 102 a と積層方向に重なる位置にあり（図 2 参照）、ヒータ 200 の加熱により第 4 電極 110 a のほぼ中心が最高温度に達する。一方、第 4 リード部 110 b は、第 4 電極 110 a に一体に接続されて長手方向に延びるため、第 4 電極 110 a から遠ざかるにつれ、その温度が上記最高温度から低下する。

そこで、上記最高温度よりも 10 % 以上低温となる第 4 リード部 110 b の部位を符号 R で示すと、部位 R は、絶縁層 129 に接している一方で、長手方向に第 2 固体電解質層 129 s と離間している。さらに、本実施形態では、部位 R を超えて第 4 電極 110 a 側にも絶縁部材 129 が延びている。

【0041】

このように、第 4 電極 110 a が達する最高温度よりも 10 % 以上低温となる部位 R を少なくとも絶縁するようにすれば、印刷ズレを考慮して第 4 電極 110 a と絶縁層 129 との間隔を適度に保ちつつ、オーバーシュート現象が生じるレベルの第 4 リード部 110 b の低温部を確実に絶縁することができる。

これにより、被測定ガスの雰囲気の変化に伴ってセルの起電力が急激に変化してガスの検出精度が低下するオーバーシュート現象を抑制できると共に、固体電解質層の特性劣化を抑制し、さらに第 4 電極 110 a の有効面積が減少してポンピング性能が低下すること

10

20

30

40

50

も抑制できる。

【0042】

なお、実際には、上記印刷ズレのため部位Rを丁度絶縁することは困難であるから、長手方向に部位Rと印刷ズレを考慮した間隔Sを開けて第4電極110aの後端が位置するよう、第4電極110aの印刷位置を設定する。これにより、印刷ズレが生じて間隔S内のいずれかの位置に第4電極110aの後端が配置され、第4電極110aが最高温度よりも10%以上低温となる部位Rから離れ過ぎず適度な間隔を保ち、この部位Rに確実に絶縁層129が介在するようになる。

一方、第4リード部110bについては、印刷ズレが生じて第4電極110aと確実に重なるよう、第4電極110aとの長手方向の重なり部分を多めに設定すればよい。本実施例では、第4リード部110bの先端部が絶縁層129の先端よりも先端に位置（図中の上方が軸線方向先端側）し、第4電極110a上まで延びている事で、第4電極110aと第4リード部110bとを確実に接続できる。

ここで、従来のガスセンサにおいても、印刷ズレによって偶然に最高温度よりも10%以上低温となる部位Rに絶縁層が介在することはあるかも知れないが、大量生産するガスセンサのうちの一部に過ぎず、それ以外のガスセンサを廃棄することになるから、現実的な工業生産はできない。

【0043】

又、酸素ポンプセル140を構成する第3電極108a、第4電極110aのうち、少なくとも一方の電極について、部位Rに絶縁層129が配置されていればよいが、本実施形態では、第3電極108a、第4電極110aの両電極について部位Rに絶縁層129が配置されている。つまり、第3電極108aにおいて、絶縁層129は、第3電極108aの最高温度よりも10%以上低温となる第3リード部108bの部位Rと、第2固体電解質層129との間に少なくとも配置されている。さらに、部位Rを超えて第3電極108a側に向かって絶縁層129が延びている。

さらに、本実施形態では、酸素濃度検出セル130を構成する第2電極106a、第1電極104aについても、各リード部の部位Rと、第1固体電解質層125sとの間に少なくとも絶縁層125が配置されている。

【0044】

なお、図3、図4では、理解を助けるために第4電極110aと第4リード部110bとを区別して表示したが、実際には第4電極110aと第4リード部110bとは一体になって第4電極部110を構成しているので、長手方向に垂直な方向の幅を見たとき、第4電極110aの最大幅の1/2以下の幅を、自身の最大幅とする幅狭の部分を第4リード部110bとする。他のリード部も同様である。

【0045】

次に、図5～図7を参照し、本発明の第2の態様の実施形態に係るガスセンサ（酸素センサ）について説明する。なお、本発明の第2の態様の実施形態に係るガスセンサは、ガスセンサ素子以外の構成は第1の態様の実施形態に係るガスセンサ1と同様であるので、ガスセンサ全体の構成についての説明を省略する。

図5は本発明の第2の態様の実施形態に係るガスセンサが有するガスセンサ素子100Bの模式分解斜視図、図6は酸素ポンプセル100Bの第4電極110と絶縁層117aとの位置関係を示す積層方向から見た平面図、図7は図6のB-B線に沿う部分断面図である。

【0046】

図5において、ガスセンサ素子100Bは、第1の態様の実施形態に係るガスセンサ素子100の複合層（第1固体電解質層125s及び絶縁層125）を第1固体電解質層105に変更し、複合層（第2固体電解質層129s及び絶縁層129）を第2固体電解質層109に変更したこと、並びに絶縁層117a、117b、117c、117dを有すること以外の構成はガスセンサ素子100と同様であるので、ガスセンサ素子100と同一構成部分に同一符号を付して説明を省略する。

図 5 に示すように、第 2 固体電解質層 109 の後端側にスルーホール 109 a、109 b が設けられている。同様に、第 1 固体電解質層 105 の後端側にスルーホール 105 a が設けられている。

つまり、ガスセンサ素子 100 B は、固体電解質層が素子と略同寸法の層になっている。

第 2 固体電解質層 109、第 1 固体電解質層 105 が、それぞれ特許請求の範囲の「固体電解質体」、「他部材」に相当する。

なお、スルーホール 109 a、109 b は、それぞれガスセンサ素子 100 の第 4 スルーホール 129 a、第 5 スルーホール 129 b に対応した位置に設けられ、スルーホール 105 a は、ガスセンサ素子 100 の第 1 スルーホール 125 a に対応した位置に設けら

10

【0047】

さらに、第 2 固体電解質層 109 と第 4 電極部 110 との間、及び第 2 固体電解質層 109 と第 3 電極部 108 との間には、それぞれ絶縁層 117 a、117 b が介装されている。絶縁層 117 a、117 b は、第 2 固体電解質層 109 と略同寸法であり、先端側にそれぞれ第 4 電極 110 a、第 3 電極 108 a が露出する開口 117 h 1、117 h 2 が形成されている。

同様に、第 1 固体電解質層 105 と第 2 電極部 106 との間、及び第 1 固体電解質層 105 と第 1 電極部 104 との間には、それぞれ絶縁層 117 c、117 d が介装されている。絶縁層 117 c、117 d は、第 1 固体電解質層 105 と略同寸法であり、先端側に

20

それぞれ第 2 電極部 106 a、第 1 電極部 104 a が露出する開口 117 h 3、117 h 4 が形成されている。

なお、絶縁層 117 a の後端側には、第 4 スルーホール 129 a、第 5 スルーホール 129 b に重なる位置にそれぞれスルーホール 117 a 1、117 a 2 が設けられている。同様に、絶縁層 117 b の後端側には、第 4 スルーホール 129 a、第 5 スルーホール 129 b に重なる位置にそれぞれスルーホール 117 b 1、117 b 2 が設けられている。さらに、絶縁層 117 c の後端側には、第 1 スルーホール 125 a に重なる位置にスルーホール 117 c 1 が設けられている。

【0048】

ここで、図 6 に示すように、ヒータ 200 の加熱による第 4 電極部 110 a の最高温度よりも 10 % 以上低温となる第 4 リード部 110 b の部位 R に対し、絶縁層 117 a は、部位 R と第 2 固体電解質層 109 との間に少なくとも配置されている。さらに、本実施形態では、部位 R を超えて長手方向に第 4 電極部 110 a との間まで絶縁層 117 a が延びている。

30

このように、第 4 電極 110 a が達する最高温度よりも 10 % 以上低温となる部位 R を少なくとも絶縁するようにすれば、印刷ズレを考慮して第 4 電極 110 a と絶縁層 117 a との間隔を適度に保ちつつ、オーバーシュート現象が生じるレベルの第 4 リード部 110 b の低温部を確実に絶縁することができる。

【0049】

なお、ガスセンサ素子 100 の場合と同様、実際には、長手方向に部位 R と印刷ズレを考慮した間隔 S を開けて第 4 電極 110 a の後端が位置するよう、第 4 電極 110 a の印刷位置を設定する。これにより、印刷ズレが生じて間隔 S 内のいずれかの位置に第 4 電極 110 a の後端が配置され、第 4 電極 110 a が最高温度よりも 10 % 以上低温となる部位 R から離れ過ぎず適度な間隔を保ち、この部位 R に確実に絶縁層 117 a が介在することになる。本実施例では、第 4 リード部 110 b の先端部が絶縁層 117 a の先端よりも先端に位置（図中の上方が軸線方向先端側）し、第 4 電極 110 a 上まで延びている事で、第 4 電極 110 a と第 4 リード部 110 b とを確実に接続できる。

40

又、酸素ポンプセル 140 B を構成する第 3 電極 108 a、第 4 電極 110 a のうち、少なくとも一方の電極について、部位 R に絶縁層が配置されていればよいが、本実施形態では、第 3 電極 108 a、第 4 電極 110 a の両電極について部位 R に絶縁層 117 a、

50

117bが接している。さらに、部位Rを超えて第3電極108a側にも絶縁層117bが延びている。

さらに、本実施形態では、酸素濃度検出セル130Bを構成する第2電極106、第1電極104についても、各リード部の部位Rに、絶縁層117c、117dが配置されている。

【0050】

本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の思想と範囲に含まれる様々な変形及び均等物に及ぶことはいうまでもない。

例えば、上記実施形態では絶縁層117aを第2固体電解質層109と略同寸法としたが、絶縁層117aは部位Rと第2固体電解質層109との間に配置されていればよく、幅方向に第4リード部110bよりもやや広く第2固体電解質層109よりも狭幅の短冊状としてもよい。

【0051】

又、本発明は、測定室と、ヒータと、固体電解質層の表面に配置された電極を有する酸素ポンプセルとを備えたセンサ素子を有するあらゆるガスセンサに適用可能であり、本実施の形態の酸素センサ（酸素センサ素子）に適用することができるが、これらの用途に限られず、本発明の思想と範囲に含まれる様々な変形及び均等物に及ぶことはいうまでもない。例えば、被測定ガス中のNOx濃度を検出するNOxセンサ（NOxセンサ素子）や、HC濃度を検出するHCセンサ（HCセンサ素子）等に本発明を適用してもよい。

【実施例】

【0052】

図1～図4に示すガスセンサ素子（酸素センサ素子）100を有するガスセンサ1を製造した。第4電極110aと絶縁層129との長手方向の間隔S（図3、図4参照）を種々に変え、第4リード部110bのうち絶縁層129が配置された部分の温度と、第4電極110aの最高温度との温度差がそれぞれ異なるガスセンサを複数製造した。なお、ヒータ200の加熱による第4電極110aの中央部の温度を最高温度とし、第4リード部110bのうち絶縁層129で絶縁された最先端（第4電極110a側）の温度を測定し、両者の温度差（％）を算出した。温度差（％）は、（最高温度－最先端の温度）／最高温度、で表される。

なお、温度の測定は、センサ制御時のヒータ電圧を印加してサーモトレーサーにて温度をモニタする事で行ったが、例えば、熱電対を素子基板に付けて、センサ制御時のヒータ電圧を印加した際の温度を測定しても良い。

【0053】

以上のようにして得られたガスセンサを用い、脈動電流（オーバーシュート電流） R_i の抑制効果を測定した。

脈動電流（オーバーシュート電流） R_i の抑制効果は、各ガスセンサを排気量2000ccの並列4気筒エンジンに繋がれた排気管に取り付け、センサ制御を行った後、所定のエンジン回転数（周波数）で排気ガスの λ （空燃比）をストイキ点を跨いで0.95から1.05に切り替えたとき、酸素ポンプセル140のポンプ電流 I_p に、脈動電流 R_i が発生したか否かを評価した。具体的には、図8に示すように、各周波数でセンサ出力と、ガスの雰囲気 λ との比を応答強度として算出した。このとき、センサ出力が0.95から1.05で変化すれば、上記応答強度は1となる。

一方、図9に示すように、ブランクとして、排気ガスの λ （空燃比）をストイキ点を跨がずに0.95（リッチ）近傍で切替え、同様に各周波数での応答強度を求めた（図9）。

【0054】

次に、図8の応答強度を図9の応答強度で除し、図10に示すオーバーシュート割合を求め、その最大値（ピーク）をオーバーシュート割合の値として採用した。オーバーシュート割合が1であればオーバーシュートが無いことを示し、オーバーシュート割合が高いほどオーバーシュート電流 R_i が高いことを示す。

10

20

30

40

50

そして、上記した最高温度との温度差（％）と、オーバーシュート割合との関係を図 1 にプロットした。

【 0 0 5 5 】

図 1 1 から明らかなように、第 4 リード部 1 1 0 b のうち絶縁層 1 2 9 で絶縁された部分が最高温度よりも 1 0 % を超えて低温となると、オーバーシュート割合が 1 . 2 以上となり、オーバーシュート電流 R_i の抑制が不十分となることがわかる。

従って、これより、最高温度よりも 1 0 % 以上低温となる第 4 リード部 1 1 0 b の部位と、第 2 固体電解質層 1 0 9 との間に絶縁層 1 2 9 が配置されていることが必要であるとみなした。

【 符号の説明 】

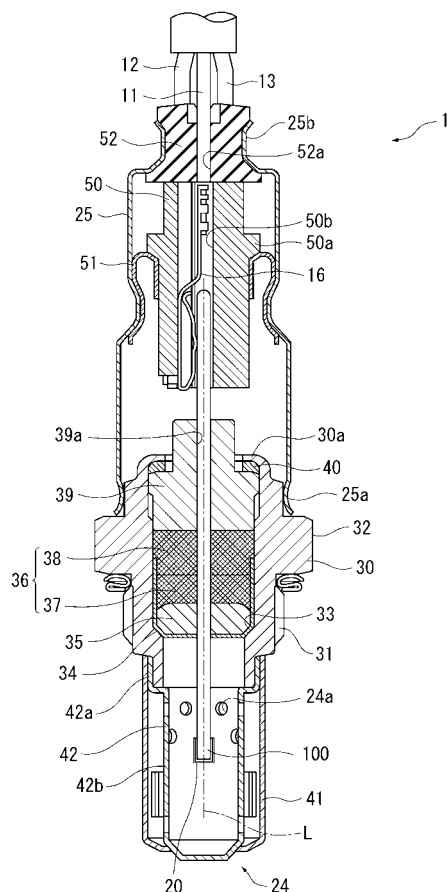
10

【 0 0 5 6 】

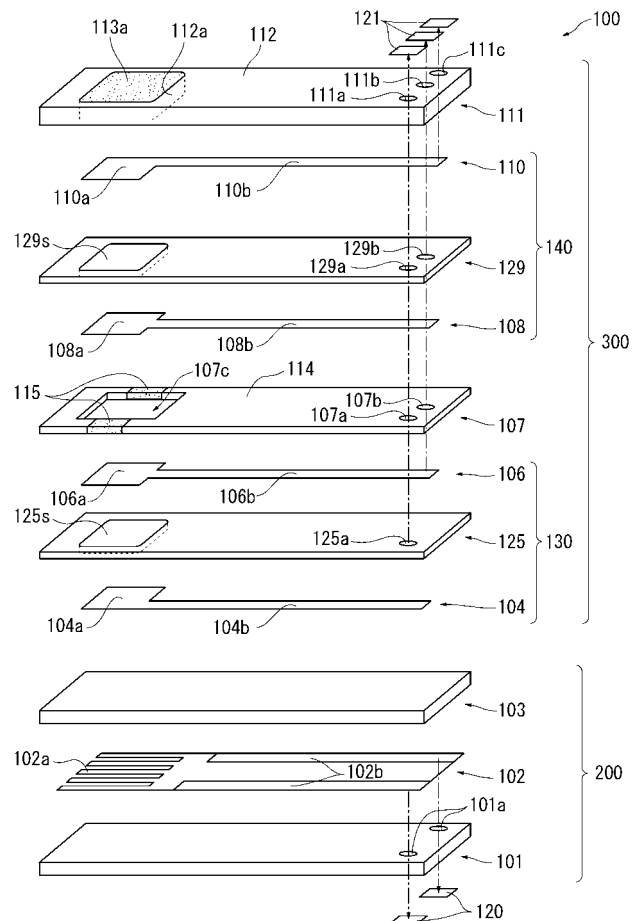
- 1 ガスセンサ
- 3 0 主体金具（ハウジング）
- 1 0 0、1 0 0 B ガスセンサ素子
- 1 0 5、1 2 5、1 2 5 s 他部材
- 1 0 7 c 測定室
- 1 0 9、1 2 9 s 固体電解質体
- 1 0 8 a、1 1 0 a 電極
- 1 0 8 b、1 1 0 b リード部
- 1 1 7 a、1 1 7 b、1 2 9 絶縁層
- 1 4 0、1 4 0 B 酸素ポンプセル
- 2 0 0 ヒータ
- L 軸線
- R 最高温度よりも 1 0 % 以上低温となるリード部の部位

20

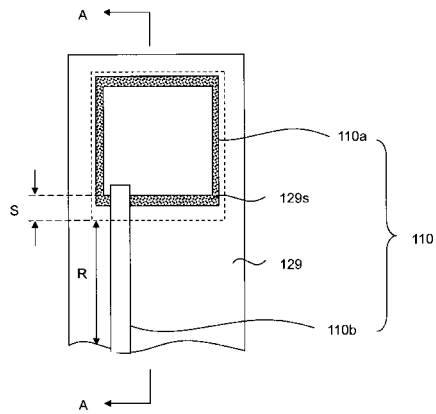
【 図 1 】



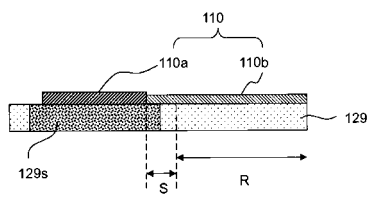
【 図 2 】



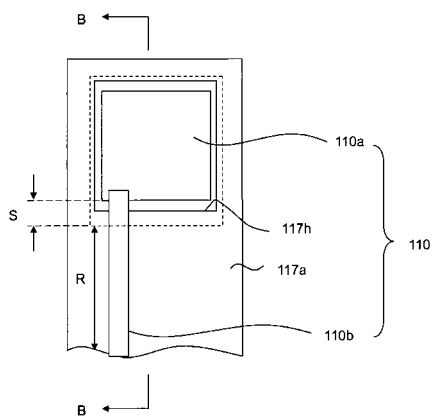
【図 3】



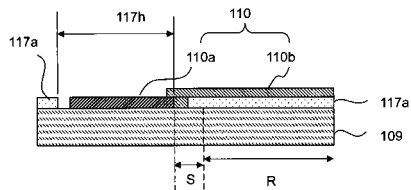
【図 4】



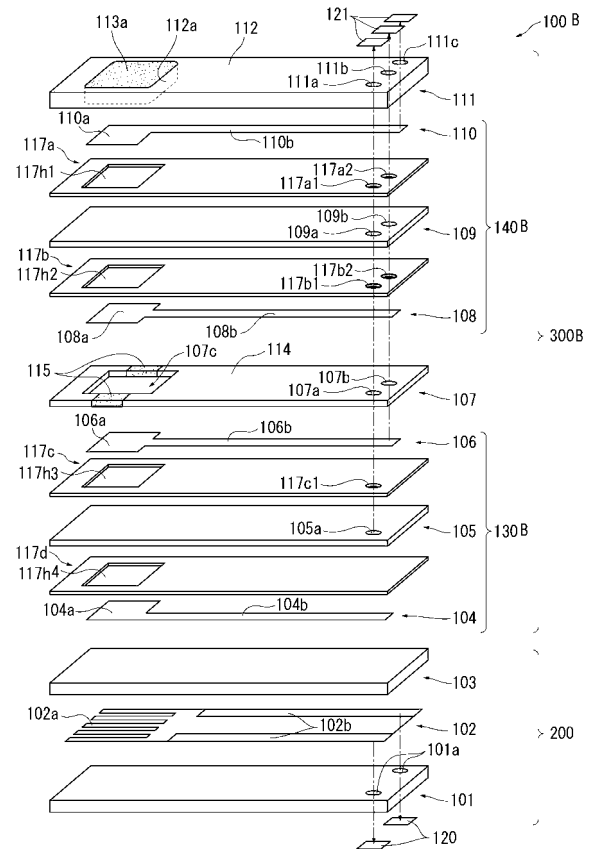
【図 6】



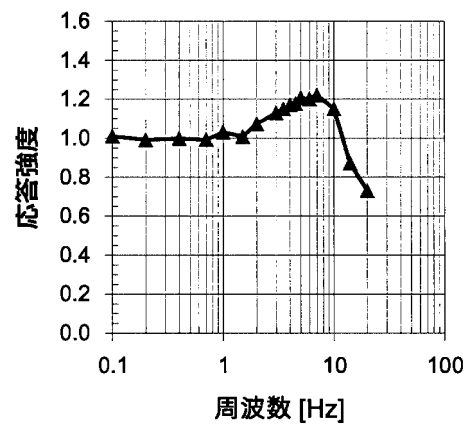
【図 7】



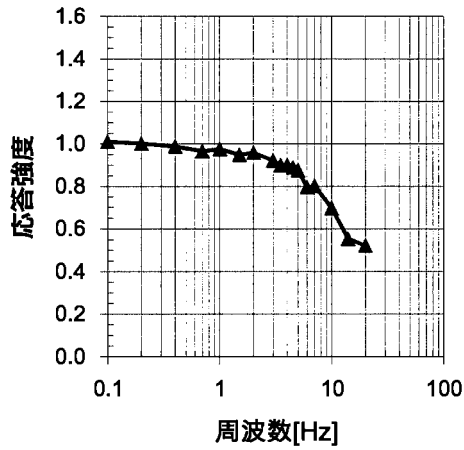
【図 5】



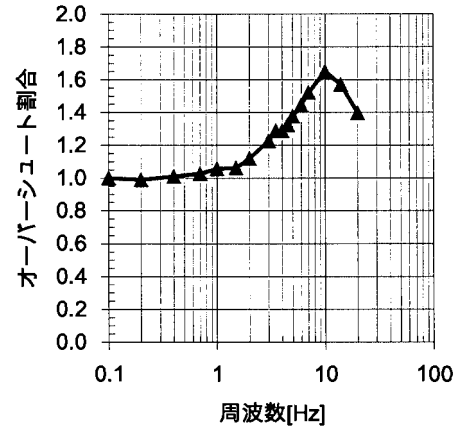
【図 8】



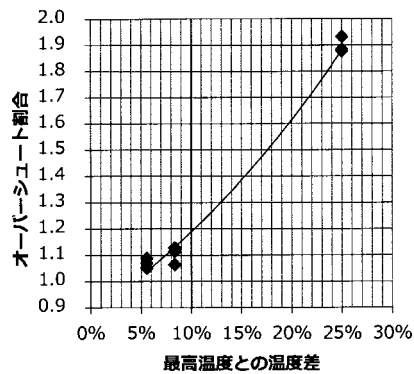
【図 9】



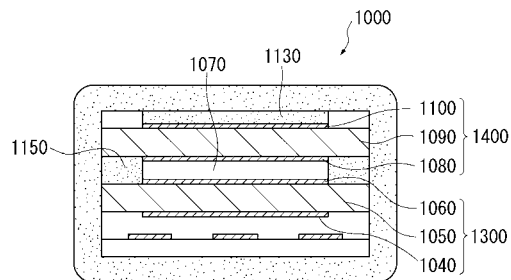
【図 10】



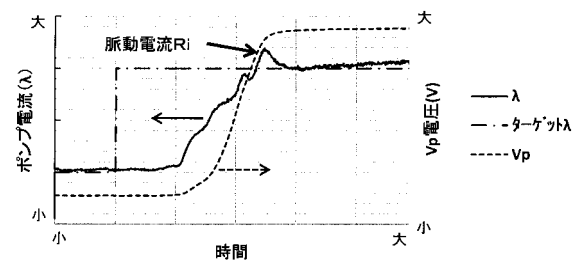
【図 11】



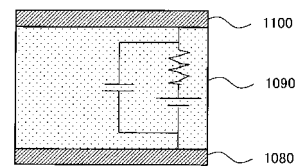
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【図 15】

