

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4659889号
(P4659889)

(45) 発行日 平成23年3月30日(2011.3.30)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 27/416 (2006.01) GO 1 N 27/46 3 3 1
GO 1 N 27/419 (2006.01) GO 1 N 27/46 3 2 7 H
 GO 1 N 27/46 3 2 7 C

請求項の数 8 (全 14 頁)

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2009-36296 (P2009-36296) | (73) 特許権者 | 000004547 |
| (22) 出願日 | 平成21年2月19日(2009.2.19) | | 日本特殊陶業株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2009-265085 (P2009-265085A) | | 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 |
| (43) 公開日 | 平成21年11月12日(2009.11.12) | (74) 代理人 | 100113022 |
| 審査請求日 | 平成22年3月3日(2010.3.3) | | 弁理士 赤尾 謙一郎 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2008-95640 (P2008-95640) | (74) 代理人 | 100110249 |
| (32) 優先日 | 平成20年4月2日(2008.4.2) | | 弁理士 下田 昭 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | (74) 代理人 | 100102130 |
| | | | 弁理士 小山 尚人 |
| | | (72) 発明者 | 大矢 誠二 |
| | | | 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 | 若園 知宏 |
| | | | 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 |

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】

間隔を開けて積層される2層の固体電解質層の間に区画され外部から被測定ガスを導入する第1測定室と、

前記第1測定室に面して配置される内側第1ポンプ電極、及び該内側第1ポンプ電極の対極となる第1対極電極を備え前記第1測定室内の酸素分圧を制御するための第1ポンピングセルと、

前記第1測定室に連通して周囲から区画され前記第1測定室から前記酸素分圧が制御された被測定ガスを導入する第2測定室と、

前記第2測定室内に設けられた内側第2ポンプ電極、及び該内側第2ポンプ電極の対極となる第2対極電極を備え、前記第2測定室内の被測定ガス中の特定ガス成分を検出する第2ポンピングセルと、

前記固体電解質層の積層方向に沿って配置され、前記第1ポンピングセル及び前記第2ポンピングセルを加熱するヒータと、を有する、長手方向に延びるガスセンサ素子を備えるガスセンサにおいて、

前記ヒータは、前記長手方向に延びる一対のリード部と、前記リード部の先端に接続すると共に、該リード部より高抵抗の第1抵抗部と、前記第1抵抗部の先端よりも前記長手方向先方側に配置されて前記第1抵抗部より高抵抗の第2抵抗部を有すると共に、該第1抵抗部の先端に接続する主発熱部と、を有し、前記内側第1ポンプ電極及び前記第1対極電極に対して前記内側第2ポンプ電極が前記長手方向に重ならず、かつ前記内側第2ポン

10

20

プ電極の少なくとも一部が前記第 1 抵抗部に対して前記長手方向に重なるガスセンサ。

【請求項 2】

前記内側第 2 ポンプ電極の先端及び後端が、前記第 1 抵抗部に対して前記長手方向に重なる請求項 1 記載のガスセンサ。

【請求項 3】

前記内側第 1 ポンプ電極の先端及び後端が、前記第 2 抵抗部に対して前記長手方向に重なる請求項 1 又は 2 記載のガスセンサ。

【請求項 4】

前記ヒータは、前記長手方向に延びる少なくとも 2 つ以上の直線抵抗部と、隣接する 2 つの前記直線抵抗部の間を繋ぐ屈曲部とを連結してなり、

前記第 1 抵抗部は、前記長手方向に垂直な幅方向における最も外側の前記直線抵抗部に配置されている請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項 5】

前記長手方向において前記ヒータの発熱中心が前記第 2 抵抗部内の前記直線抵抗部に位置する請求項 4 記載のガスセンサ。

【請求項 6】

前記主発熱部は、前記第 1 抵抗部の先端よりも前記長手方向後方側に配置されてなる第 3 抵抗部を有しており、前記第 3 抵抗部は、前記第 2 抵抗部よりも低抵抗で、且つ前記リード部よりも高抵抗である請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項 7】

前記ヒータの抵抗は、該ヒータの線幅、厚み、及び材質の少なくとも 1 以上を変えることによって変えられている請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項 8】

前記ガスセンサ素子の前記長手方向先端側が、ガスセンサの筐体側から突出するように固定され、

前記長手方向における前記ガスセンサ素子の固定端から前記第 2 ポンプ電極の中心までの長さを L とし、前記ガスセンサ素子の厚みを t としたとき、 $L = 2.4 \times t$ の関係を満たす請求項 1 ~ 7 のいずれか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、例えば燃焼器や内燃機関等の燃焼ガスや排気ガスに含まれる NO_x 等の特定ガスの濃度を検出するガスセンサ素子を備えたガスセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車等の内燃機関の排気ガス規制の強化に伴い、排気ガス中の窒素酸化物 (NO_x) 量の低減が要求されており、 NO_x 濃度を直接測定できる NO_x センサが開発されている。

NO_x センサは、ジルコニア等の酸素イオン伝導性の固体電解質層の表面に一对の電極を形成してなるセルを 1 つないし複数備えたガスセンサ素子を有し、被測定ガス空間に連通する第 1 測定室内の酸素濃度を酸素濃度検出セルによって測定し、第 1 測定室内が所定の酸素濃度になるように第 1 測定室内の酸素を第 1 ポンプセルによって制御 (汲み入れ、汲み出し) する。さらに、酸素濃度が制御された被測定ガスが第 1 測定室から第 2 測定室へ流入し、第 2 ポンプセルに一定電圧を印加することによって第 2 測定室内の被測定ガスに含まれる NO_x を N_2 と O_2 に分解し、この際、第 2 ポンプセルの一对の電極間に流れる第 2 ポンプ電流を測定することにより被測定ガス中の NO_x 濃度が検出される。

【0003】

このような NO_x センサにおいて、第 2 ポンプ電流は NO_x 濃度が 0 でも所定の電流値 (いわゆるオフセット値) を生じるため、第 2 ポンプ電流からオフセット値を減じること

10

20

30

40

50

でNO_x濃度の換算が行われる。ところが、オフセット値自体がNO_xセンサの温度の変動等によって変化し、測定精度の低下を招くという問題がある。この問題は、第2ポンピングセルの温度が上昇すると、固体電解質層の電子伝導に影響を与えるためと考えられている。

そこで、センサ素子部を加熱するヒータのうち、センサ素子100の先端側のパターン94aを密にし、第2ポンピングセル(センサ素子100の後端部)に対応する部分のパターン94cを取り除くことで、第2ポンピングセルの温度を低くしてオフセット値の変動を防止する技術が開発されている(特許文献1参照)。

【0004】

【特許文献1】特開平10-318979号公報(フロントページ、図3)

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1記載の技術の場合、ヒータから取り除いたパターン94c部の線幅をヒータのリード部と同等としているため、この部分は自発的に発熱せず外界の温度の影響を受ける。従って、外部熱源(センサ素子部を取り付けた筐体側からのエンジンの熱の伝導等)によってこの部分の温度が変動し、上記したオフセット値の変動を引き起こすおそれがある。

【0006】

すなわち、本発明は、ヒータの構成を変更することで第2ポンピングセルの温度を制御してオフセット値の変動を防止することができるガスセンサの提供を目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明のガスセンサは、間隔を開けて積層される2層の固体電解質層の間に区画され外部から被測定ガスを導入する第1測定室と、前記第1測定室に面して配置される内側第1ポンプ電極、及び該内側第1ポンプ電極の対極となる第1対極電極を備え前記第1測定室内の酸素分圧を制御するための第1ポンピングセルと、前記第1測定室に連通して周囲から区画され前記第1測定室から前記酸素分圧が制御された被測定ガスを導入する第2測定室と、前記第2測定室内に設けられた内側第2ポンプ電極、及び該内側第2ポンプ電極の対極となる第2対極電極を備え、前記第2測定室内の被測定ガス中の特定ガス成分を検出する第2ポンピングセルと、前記固体電解質層の積層方向に沿って配置され、前記第1ポンピングセル及び前記第2ポンピングセルを加熱するヒータと、を有する、長手方向に延びるガスセンサ素子を備えるガスセンサにおいて、前記ヒータは、前記長手方向に延びる一对のリード部と、前記リード部の先端に接続すると共に、該リード部より高抵抗の第1抵抗部と、前記第1抵抗部の先端よりも前記長手方向先方側に配置されて前記第1抵抗部より高抵抗の第2抵抗部を有すると共に、該第1抵抗部の先端に接続する主発熱部と、を有し、前記内側第1ポンプ電極及び前記第1対極電極に対して前記内側第2ポンプ電極が前記長手方向に重ならず、かつ前記内側第2ポンプ電極の少なくとも一部が前記第1抵抗部に対して前記長手方向に重なる。

30

【0008】

このような構成とすると、内側第2ポンプ電極と第1抵抗部とを長手方向に重ねることにより、内側第2ポンプ電極(つまり、第2ポンピングセル)の温度を、第1抵抗部によって制御することができる。

ところで、第1抵抗部とリード部の抵抗が同一であると第1抵抗部が自発的に発熱しないため、第1抵抗部は外界の温度の影響を受け、内側第2ポンプ電極を所定温度に制御することが難しくなる。これに対し、本発明では、第1抵抗部をリード部より高抵抗にしているため、第1抵抗部が確実に発熱し、内側第2ポンプ電極を所定温度に制御できる。

さらに、第2抵抗部を第1抵抗部より高抵抗にしているため、第2抵抗部側の発熱が強くなり、第1抵抗部の温度を第2抵抗部より低くすることができる。その結果、内側第2ポンプ電極を低い温度に制御し、オフセット値の変動を防止することができる。又、第2

40

50

抵抗部を高い温度にすることで、第2抵抗部に対して長手方向に重なる第1ポンピングセルが低温になって酸素ポンピング能力が不足しオフセット値が変動することを防止できる。

なお、本発明において、「抵抗」とは単位長さあたりの抵抗のことを指す。

又、「長手方向先方側」とは、長手方向から見て前記第2ポンピングセルより前記第1ポンピングセルに近い側をいう。「長手方向後方側」とはこの逆方向である。

【0009】

前記内側第2ポンプ電極の先端及び後端が、前記第1抵抗部に対して長手方向に重なることが好ましい。これにより、内側第2ポンプ電極全体が第1抵抗部に対して長手方向に重なることとなり、内側第2ポンプ電極（つまり、第2ポンピングセル）の温度を、第1抵抗部によってより確実に制御することができる。

10

【0010】

前記内側第1ポンプ電極の先端及び後端が、前記第2抵抗部に対して長手方向に重なることが好ましい。これにより、内側第1ポンプ電極全体が第2抵抗部に対して長手方向に重なることとなり、第1ポンピングセルが低温になって酸素ポンピング能力が不足しオフセット値が変動することをさらに防止できる。

【0011】

前記ヒータは、前記長手方向に延びる少なくとも2つ以上の直線抵抗部と、隣接する2つの前記直線抵抗部の間を繋ぐ屈曲部とを連結してなり、前記第1抵抗部は前記長手方向に垂直な幅方向における最も外側の前記直線抵抗部に形成されてなることが好ましい。ヒータのパターンを密と粗にしてヒータ内の温度を変化させる場合、ヒータの耐久性が低下する。これは、パターンの密な部分でヒータ線の屈曲部の曲率が大きくなる（半径値が小さくなる）ため、屈曲部内側が局所的に発熱して短期で断線しやすくなるからである。これに対し、屈曲部は、長手方向に延びる直線抵抗部を経て屈曲している。このため、長さの短いヒータの幅方向に直線抵抗部が延びる場合に比べ、直線抵抗部の長さを比較的長くし、その分、屈曲回数を少なくできるため、屈曲部が局所的に過熱することが少なく、ヒータの耐久性を向上させることができる。

20

【0012】

前記長手方向において前記ヒータの発熱中心が第2抵抗部内の前記直線抵抗部に位置することが好ましい。

30

このような構成とすると、ヒータの最も高温となる発熱中心に屈曲部が位置しないため、屈曲部が局所的に過熱することをさらに抑制し、ヒータの耐久性をさらに向上させることができる。又、発熱中心が直線抵抗部にあるため、発熱中心から屈曲部まで伝熱する間にある程度放熱され、屈曲部の過熱が防止される。

ここで、ヒータの発熱中心とは、ある一定方向から見たときのヒータの最大温度部分をいい、通常、ヒータの中心部が最も温度が高く、周縁部へ向かって温度が低下する。

【0013】

前記主発熱部は、前記第1抵抗部の先端よりも前記長手方向後方側に形成される第3抵抗部を有しており、前記第3抵抗部は、前記第2抵抗部よりも低抵抗で、且つ前記リード部よりも高抵抗であることが好ましい。このような構成とすると、内側第2ポンプ電極内に位置する第3抵抗部についても、リード部よりも高抵抗にしているため、第3抵抗部が確実に発熱し、内側第2ポンプ電極を所定温度に制御できる。さらに、第2抵抗部よりも低抵抗にしているため、第3抵抗部の温度を第2抵抗部よりも低くすることができ、内側第2ポンプ電極を低い温度に制御し、オフセット値の変動を防止することができる。

40

【0014】

前記ヒータの抵抗は、該ヒータの線幅、厚み、及び材質の少なくとも1以上を変えることによって変えることが好ましい。これにより、ヒータの抵抗（単位長さあたりの抵抗）を容易に変えることができる。

【0015】

前記ガスセンサ素子の前記長手方向先端側は、ガスセンサの筐体側から突出するように

50

固定され、前記長手方向における前記ガスセンサ素子の固定端から前記第2ポンプ電極の中心までの長さを L とし、前記ガスセンサ素子の厚みを t としたとき、 $L = 2.4 \times t$ の関係を満たすことが好ましい。

このような構成とすると、ガスセンサが高温の被測定ガスに曝されても第2ポンピングセルの温度上昇を抑制できる、これは、通常、高熱の被測定ガスは、ガスセンサの筐体外側から筐体内部のガスセンサ素子固定部へ伝熱し、さらにガスセンサ素子へ伝わる。従って、被測定ガスからの伝熱によって第2ポンピングセルが高温になるのを抑制するためには、ガスセンサ素子固定部から第2ポンプ電極の中央部（ L の位置）までの距離を長くすることが好ましい。

【発明の効果】

10

【0016】

この発明によれば、ヒータの構成を変更することで第2ポンピングセルの温度を制御してオフセット値の変動を防止することができるガスセンサが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

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の実施形態に係るガスセンサ（ NO_x センサ）200の長手方向に沿う断面図を示す。 NO_x センサ200は、排気管に固定されるためのねじ部139が外表面に形成された筒状の主体金具138と、軸線方向（ NO_x センサ200の長手方向：図中上下方向）に延びる板状形状をなす NO_x センサ素子（ガスセンサ素子）10と、 NO_x センサ素子10の径方向周囲を取り囲むように配置される筒状のセラミックスリーブ106と、軸線方向に貫通するコンタクト挿通孔168の内壁面が NO_x センサ素子の後端部の周囲を取り囲む状態で配置される絶縁コンタクト部材166と、 NO_x センサ素子10と絶縁コンタクト部166との間に配置される6個の接続端子110（図1では、4個図示）とを備えている。

20

【0018】

主体金具138は、軸線方向に貫通する貫通孔154を有し、貫通孔154の径方向内側に突出する棚部152を有する略筒状形状に構成されている。また、主体金具138は、 NO_x センサ素子10を先端側が貫通孔154の先端側外部に配置し、電極端子部220、221を貫通孔154の後端側外部に配置する状態で貫通孔154に保持している。さらに、棚部152は、軸線方向に垂直な平面に対して傾きを有する内向きのテーパ面として形成されている。

30

【0019】

なお、主体金具138の貫通孔154の内部には、 NO_x センサ素子10の径方向周囲を取り囲む状態で環状形状のセラミックホルダ151、粉末充填層153、156（以下、滑石リング153、156ともいう）、および上述のセラミックスリーブ106がこの順に先端側から後端側にかけて積層されている。また、セラミックスリーブ106と主体金具138の後端部140との間には、加締めパッキン157が配置されており、セラミックホルダ151と主体金具138の棚部152の間には、滑石リング153やセラミックホルダ151を保持し、気密性を維持するための金属ホルダ158が配置されている。なお、主体金具138の後端部140は、加締めパッキン157を介してセラミックスリーブ106を先端側に押し付けるように、加締められている。

40

又、この実施形態では、ガスセンサ200の筐体側をなすセラミックホルダ151等によって NO_x センサ素子10が固定され、セラミックホルダ151の下面側から NO_x センサ素子10が突出している。従って、 NO_x センサ素子10のうち、セラミックホルダ151の下面と同じ位置の部分を固定端10bとする。

【0020】

一方、図1に示すように、主体金具138の先端側（図1における下方）外周には、 NO_x センサ素子10の突出部分を覆うと共に、複数の孔部を有する金属製（例えば、ステンレスなど）二重の外部プロテクタ142および内部プロテクタ143が、溶接等によ

50

て取り付けられている。

【0021】

そして、主体金具138の後端側外周には、外筒144が固定されている。また、外筒144の後端側(図1における上方)の開口部には、NO_xセンサ素子10の電極端子部220、221とそれぞれ電氣的に接続される6本のリード線146(図1では5本のみ)が挿通されるリード線挿通孔161が形成されたグロメット150が配置されている。

【0022】

また、主体金具138の後端部140より突出されたNO_xセンサ素子10の後端側(図1における上方)には、絶縁コンタクト部材166が配置される。なお、この絶縁コンタクト部材166は、NO_xセンサ素子10の後端側の表面に形成される電極端子部220、221の周囲に配置される。この絶縁コンタクト部材166は、軸線方向に貫通するコンタクト挿通孔168を有する筒状形状に形成されると共に、外表面から径方向外側に突出する鍔部167が備えられている。絶縁コンタクト部材166は、鍔部167が保持部材169を介して外筒144に当接することで、外筒144の内部に配置される。

【0023】

次に、NO_xセンサ素子10の構造について、長手方向に沿う断面図2を用いて説明する。なお、本発明において、「長手方向」とは、NO_xセンサ素子の長手方向であって、かつNO_xセンサ素子の各層の積層方向に平行な方向をいう。

図2において、NO_xセンサ素子10は、第1固体電解質層11a、絶縁層14a、第2固体電解質層12a、絶縁層14b、第3固体電解質層13a、及び絶縁層14c、14dをこの順に積層した構造を有する。第1固体電解質層11aと第2固体電解質層12aとの層間に第1測定室16が画成され、第1測定室16の左端(入口)に配置された第1拡散抵抗体15aを介して外部から被測定ガスGMが導入される。

第1測定室16のうち入口と反対端には第2拡散抵抗体15bが配置され、第2拡散抵抗体15bを介して第1測定室16の右側には、第1測定室16と連通する第2測定室18が画成されている。第2測定室18は、第2固体電解質層12aを貫通して第1固体電解質層11aと第3固体電解質層13aとの層間に形成されている。

【0024】

絶縁層14c、14dの間にはNO_xセンサ素子10の長手方向に沿って延びる長尺板状のヒータ50が埋設されている。ヒータ50はガスセンサを活性温度に昇温し、固体電解質層の酸素イオンの伝導性を高めて動作を安定化させるために用いられる。

絶縁層14a~14dはアルミナを主体とし、第1拡散抵抗体15a及び第2拡散抵抗体15bはアルミナ等の多孔質物質からなる。又、ヒータ50は白金等からなる。

【0025】

第1ポンピングセル11は、酸素イオン伝導性を有するジルコニアを主体とする第1固体電解質層11aと、これを挟持するように配置された内側第1ポンプ電極11c及び対極となる第1対極電極(外側第1ポンプ電極)11bとを備え、内側第1ポンプ電極11cは第1測定室16に面している。内側第1ポンプ電極11c及び外側第1ポンプ電極11bはいずれも白金を主体とし、各電極の表面は多孔質体からなる保護層11e、11dでそれぞれ覆われている。

【0026】

酸素濃度検出セル12は、ジルコニアを主体とする第2固体電解質層12aと、これを挟持するように配置された検知電極12b及び基準電極12cとを備え、検知電極12bは内側第1ポンプ電極11cより下流側で第1測定室16に面している。検知電極12b及び基準電極12cはいずれも白金を主体としている。

なお、絶縁層14bは、第2固体電解質層12aに接する基準電極12cが内部に配置されるように切り抜かれ、その切り抜き部には多孔質体が充填されて基準酸素室17を形成している。そして、酸素濃度検出セル12に予め微弱な一定値の電流を流すことにより、酸素を第1測定室16から基準酸素室17内に送り込み、酸素基準とする。

【0027】

10

20

30

40

50

第2ポンピングセル13は、ジルコニアを主体とする第3固体電解質層13aと、第3固体電解質層13aのうち第2測定室18に面した表面に配置された内側第2ポンプ電極13b及び対極となる第2対極電極(対極第2ポンプ電極13c)とを備えている。内側第2ポンプ電極13b及び対極第2ポンプ電極13cはいずれも白金を主体とする。

なお、対極第2ポンプ電極13cは、第3固体電解質層13a上における絶縁層14bの切り抜き部に配置され、基準電極12cに対向して基準酸素室17に面している。

【0028】

又、固体電解質層11a~13aの積層方向に垂直な方向で且つ長手方向に垂直な方向から見たとき、内側第1ポンプ電極11c及び外側第1ポンプ電極11bに対し、内側第2ポンプ電極13bが長手方向に重なっていない。これは、後述するように、本発明は内側第2ポンプ電極13b(つまり、第2ポンピングセル13)の温度を第1ポンピングセル11より下げるように制御することを目的とし、第1ポンピングセル11と第2ポンピングセル13とを分けて温度制御するためである。

【0029】

次に、NO_xセンサ素子10の動作の一例について説明する。まず、エンジンが始動されて外部電源から電力の供給を受けると、所定の制御回路を介してヒータ50が作動し、第1ポンピングセル11、酸素濃度検出セル12、第2ポンピングセル13を活性化温度まで加熱する。そして、各セル11~13が活性化温度まで加熱されると、第1ポンピングセル11は、第1測定室16に流入した被測定ガス(排ガス)GM中の過剰な酸素を内側第1ポンプ電極11cから第1対電極11bへ向かって汲み出す。

このとき、第1測定室16内の酸素濃度は、酸素濃度検出セル12の電極間電圧(端子間電圧)V_sに対応したものとなるため、この電極間電圧V_sが一定電圧V₁(例えば425mV)になるように第1ポンピングセル11の電極間電圧(端子間電圧)V_{p1}を制御することにより、第1測定室16内の酸素濃度をNO_xが分解しない程度に調整する。

【0030】

酸素濃度が調整された被測定ガスGNは第2測定室18に向かってさらに流れる。そして、第2ポンピングセル13の電極間電圧(端子間電圧)V_{p2}として、被測定ガスGN中のNO_xガスが酸素とN₂ガスに分解する程度の一定電圧V_{p2}(酸素濃度検出セル12の制御電圧の値より高い電圧、例えば450mV)を印加することにより、NO_xが窒素と酸素に分解される。そして、NO_xの分解により生じた酸素が第2測定室18から汲み出されるように、第2ポンピングセル13に第2ポンプ電流I_{p2}が流れることになる。この際、第2ポンプ電流I_{p2}とNO_x濃度の間には直線関係があるため、I_{p2}を検出することにより被測定ガス中のNO_x濃度を検出することができる。

【0031】

図3は、ヒータの形状及び配置状態を示す。なお、図3(a)は図2と同一のNO_xセンサ素子10の断面図を示し、図3(b)はヒータ50の平面図を示し、図3(a)、(b)の間の直線A1、A2、A3、A4、Hcは、NO_xセンサ素子10の各構成とヒータ50との位置関係を対応させるものである。

図3(b)において、ヒータ50は、リード部50aと、長手方向(NO_xセンサ素子10の長手方向と同じ方向)に延びる直線抵抗部50b、50b1と、隣接する2つの直線抵抗部の間を繋ぐ屈曲部50c1、50c2とを連結してなる。

【0032】

より詳しくは、ヒータ50は、一方のリード部50aから直線抵抗部50b1を経て先端側屈曲部50c1に接続し、先端側屈曲部50c1で長手方向逆向きに屈曲した後、直線抵抗部50bに接続し、後端側屈曲部50c2で長手方向逆向きに屈曲した後、直線抵抗部50bに接続し、先端側屈曲部50c1で長手方向逆向きに屈曲した後、直線抵抗部50b1に接続し、他方のリード部50aへ繋がっている。

【0033】

そして、直線抵抗部50b1には、リード部50aに接続し、該リード部より幅狭の第1抵抗部50bxを有している。

10

20

30

40

50

さらに、長手方向において内側第2ポンプ電極13bが第1抵抗部50bx内に位置している。より詳しくは、内側第2ポンプ電極13bの先端及び後端が第1抵抗部50bxに対して長手方向に重なっている(図3のA1、A2に相当)。なお、長手方向における内側第2ポンプ電極13bの中心Pについても、長手方向で第1抵抗部50bxと重なる。

【0034】

内側第2ポンプ電極13bを第1抵抗部50bx内に位置させることにより、内側第2ポンプ電極13bの温度を、第1抵抗部50bxによって制御することができる。

なお、第2ポンピングセル13のうち、第2ポンプ対電極13cは第1抵抗部50bxの外にあるが、 NO_x や H_2O 等の解離場所は内側第2ポンプ電極13b上であるため、内側第2ポンプ電極13bの温度を制御すればよい。

10

又、第1抵抗部50bxをリード部50aより幅狭にすると、第1抵抗部50bxがリード部50aより高抵抗になるので、第1抵抗部50bxが確実に発熱し、内側第2ポンプ電極13bを所定温度に制御できる。

【0035】

さらに、第1抵抗部50bxには、主発熱部50kが接続しており、主発熱部50kは直線抵抗部50b、50b1、屈曲部50c1、50c2に亘っている。この主発熱部50kは、第1抵抗部50bxの先端(図3におけるBの位置)よりも先方側に配置された第2抵抗部50byと、第1抵抗部50bxの先端よりも後方側に配置された第3抵抗部50iとを有している。このうち、第2抵抗部50byは、第1抵抗部50bxより幅狭に形成されており、長手方向において内側第1ポンプ電極11cと重なっている。より詳しくは、内側第1ポンプ電極11cの先端及び後端が第2抵抗部50byに対して長手方向に重なっている(図3のA3、A4に相当)。

20

【0036】

このように、第2抵抗部50byを第1抵抗部50bxより幅狭にすると、第2抵抗部50byが第1抵抗部50bxより高抵抗になり、第2抵抗部50by側の発熱が強くなるので、第1抵抗部50bxの温度を第2抵抗部50byより低くすることができる。その結果、内側第2ポンプ電極13bを低い温度に制御し、オフセット値の変動を防止することができる。又、第2抵抗部50byを高い温度にすることで、第2抵抗部50byに対して長手方向に重なる第1ポンピングセル11が低温になって酸素ポンピング能力が不足しオフセット値が変動することを防止できる。

30

【0037】

さらに、内側第2ポンプ電極13bの先端及び後端が、第1抵抗部50bxに対して長手方向に重なることが好ましい。これにより、内側第2ポンプ電極13b全体が第1抵抗部50bxに対して長手方向に重なることとなり、内側第2ポンプ電極13bの温度を、第1抵抗部50bxによってより確実に制御することができる。

【0038】

さらに、内側第1ポンプ電極11cの先端及び後端が、第2抵抗部50byに対して長手方向に重なることが好ましい。これにより、内側第1ポンプ電極11c全体が第2抵抗部50byに対して長手方向に重なることとなり、第1ポンピングセル11が低温になって酸素ポンピング能力が不足しオフセット値が変動することをさらに防止できる。

40

【0039】

さらに、各屈曲部50c1、50c2は、長手方向に延びる直線抵抗部50b、50b1を経て屈曲している。このため、長さの短いヒータ50の幅方向(図3(b)の50t)に直線抵抗部が延びる場合に比べ、直線抵抗部50b、50b1の長さを比較的長くし、その分、屈曲回数を少なくできるため、屈曲部50c1、50c2が局所的に過熱することが少なく、ヒータ50の耐久性を向上させることができる。

【0040】

ヒータ50の各部分の抵抗を変える方法としては、上記したようにヒータ50の線幅を変える他、ヒータ50の厚みを変更したり、ヒータ50の材質を変えることが可能である

50

。又、これらを組合わせてもよい。ヒータ50の材質を変える方法としては、ヒータ50の材質に電気伝導度の高い(比抵抗の小さい)成分を加え(例えば、ヒータ50の主成分であるPtにAuやAgを添加する)、低抵抗とすることが挙げられる。又、ヒータ50の材質に電気伝導度の低い(比抵抗の大きい)成分を加え(例えば、ヒータ50の主成分であるPtにアルミナ、ジルコニア、セリア、イットリア、Rh、Pd、Ir、Ru、Os、Cuのうち1以上を添加する)、高抵抗とすることが挙げられる。

【0041】

さらに、長手方向において、ヒータ50の発熱中心Hcが第2抵抗部50by内の直線抵抗部50b1、50bに位置することが好ましい。

ここで、ヒータ50の発熱中心Hcとは、ある一定方向から見たとき(この実施形態では、ガスセンサ素子10(=ヒータ50)の長手方向)のヒータ50の最大温度部分をいい、通常、ヒータ50の中心部が最も温度が高く、周縁部へ向かって温度が低下する。

このような構成とすると、ヒータ50の最も高温となる発熱中心Hcに屈曲部50c1、50c2が位置しないため、屈曲部50c1、50c2が局所的に過熱することをさらに抑制し、ヒータ50の耐久性をさらに向上させることができる。又、発熱中心Hcが直線抵抗部50b1、50bにあるため、発熱中心Hcから屈曲部50c1、50c2まで伝熱する間にある程度放熱され、屈曲部50c1、50c2の過熱が防止される。

【0042】

さらに、主発熱部50kの第3抵抗部50iは、第2抵抗部50byよりも低抵抗で、且つリード部50aよりも高抵抗となっている。このような構成とすると、内側第2ポンプ電極13b内に位置する第3抵抗部50iについても、リード部50aより高抵抗にしているため、第3抵抗部50iが確実に発熱し、内側第2ポンプ電極13bを所定温度に制御できる。さらに、第2抵抗部50byより低抵抗にしているため、第3抵抗部50iの温度を第2抵抗部50byより低くすることができ、内側第2ポンプ電極13bを低い温度に制御し、オフセット値の変動を防止することができる。

【0043】

なお、後述する実施例に示すように、第2ポンピングセル13の温度が650を超えると、水の解離による第2ポンプ電流Ip2が発生し、オフセット値をさらに変動させることが判明した。このため、第2ポンピングセル13を構成する内側第2ポンプ電極13bの温度が400~650となるよう、ヒータ50を制御することが好ましい。なお、第2ポンピングセル13の温度を400以上とする理由は、これより低温とすると内側第2ポンプ電極13bのNOx分解能が不足するからである。

同様に、後述する実施例に示すように、第1ポンピングセル11の温度が850を超えると、固体電解質層の電子伝導が高くなってオフセット値を低下させることが判明した。このため、第1ポンピングセル11の温度が700~850となるよう、ヒータ50を制御することが好ましい。なお、第1ポンピングセル11の温度を700以上とする理由は、これより低温とすると固体電解質層のイオン伝導性が低くなって酸素のポンピング能が不足するからである。

【0044】

図4は、図1の部分拡大図であり、NOxセンサの筐体側(セラミックホルダ151)と、ガスセンサ素子10との位置関係を示す。ここで、NOxセンサ素子10の長手方向において、NOxセンサ素子の固定端10bから内側第2ポンプ電極13b中心Pまでの長さをLとし、NOxセンサ素子の厚みをtとしたとき、 $L \geq 2.4 \times t$ の関係を満たすことが好ましい。

通常、高熱の被測定ガス(排ガス)は、NOxセンサ10の外側(Hex:主体金具138の鏝部)から筐体内部のNOxセンサ素子保持部(セラミックホルダ151)へ伝熱し、さらにNOxセンサ素子10へ伝わる。従って、被測定ガスからの伝熱によって第2ポンピングセル13が高温になるのを抑制するためには、セラミックホルダ151から内側第2ポンプ電極13bまでの距離を長くすることが好ましい。

後述する実施例に示すように、L(内側第2ポンプ電極13b中央) $\geq 2.4 \times t$ の関

10

20

30

40

50

係を満たすと、高温の被測定ガスに曝されても第2ポンピングセル13の温度上昇を抑制できることが判明した。

【0045】

以下、実施例を挙げて、本発明を具体的に説明するが、本発明は勿論これらの例に限定されるものではない。

【実施例1】

【0046】

上記実施形態に係るNO_xセンサ200を、常法に従って作製した。ヒータ50はPtを主体とするペーストを塗布後、焼成して形成し、ヒータ50の線幅を変えることにより、ヒータ50各部の抵抗を変化させた。

このNO_xセンサ200を用い、ヒータ50に通電し、第2ポンピングセル13（内側第2ポンプ電極13b）の温度が所定温度になるようにヒータ電圧を制御した。ヒータ50に通電して30分後、O₂=0% H₂O=10% N₂=バランスのガス（ガス温度120）を総流量18リットル流したとき、第2ポンプ電流I_{p2}の出力を30秒間取得し、その平均をオフセット値（オフセット電流）とした。

第2ポンピングセル13の温度を種々変化させたときのオフセット値の変化を図5に示す。第2ポンピングセル13の温度が650を超えると、オフセット電流が生じ始めることがわかった。これは、ガス中の水の解離に起因するものと考えられる。

【実施例2】

【0047】

ガスの成分をO₂=0% H₂O=0.1% NO=100ppm N₂=バランスとしたこと以外は、実施例1とまったく同様にして第2ポンプ電流I_{p2}の出力を30秒間取得し、その平均をNO_xゲインとした。

第2ポンピングセル13の温度を種々変化させたときのNO_xゲインの変化を図6に示す。第2ポンピングセル13の温度が400未満の場合、NO_xゲインが低下し、第2ポンピングセル13のNO_x分解能が低下することがわかった。

実施例1, 2より、第2ポンピングセル13の温度を400~650に制御することが好ましい。

【実施例3】

【0048】

ガスの成分をH₂O=0.1% O₂=16% N₂=バランスとし、第2ポンピングセル13の温度を580で一定とし、第1ポンピングセル11の温度を変更したこと以外は、実施例1とまったく同様にして第2ポンピング電流I_{p2}の出力を30秒間取得し、その平均をオフセット値とした。

第1ポンピングセル11の温度を種々変化させたときのオフセット値の変化を図7に示す。第1ポンピングセル11の温度が700未満の場合、オフセット電流が増えた。これは、酸素のポンピング能が不足するためである。一方、第1ポンピングセル11の温度が850を超えるとオフセット電流が減少した。これは、第1ポンピングセル11の入側（先端側）での電子伝導の寄与が大きくなり、出側（後端側）での酸素ポンピングが主となるため、第1測定室の酸素濃度勾配が急になったためと考えられる。

実施例3より、第1ポンピングセル11の温度を700~850に制御することが好ましい。

【実施例4】

【0049】

NO_xセンサ素子のL（NO_xセンサ素子の固定端10bから内側第2ポンプ電極13b中心Pまでの長さ）の長さを種々変え、実施例1と同様にして多数のNO_xセンサを作製した。各NO_xセンサについて、Hex（主体金具138）の外側を500に保持し、10分経過後、L（NO_xセンサ素子の固定端10bから内側第2ポンプ電極13b中心Pまでの長さ）の位置の温度を測定した。セラミックホルダ151の寸法は、直径10.4mm、軸方向の長さ4.6mm程度であり、NO_xセンサ素子の厚みtは1.5mm

10

20

30

40

50

mであった。

得られた結果を表8に示す。L = 3 . 5 mm以上の場合、第2ポンピングセル13の温度が650以下となった。このことより、L 2 . 4 × t の関係を満たすことが好ましいことが判明した。

【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、ヒータの平面形状は上記に限定されない。

又、上記実施形態では、NO_xセンサ素子10を構成する固体電解質層11a、12a、13aを3層としたが、固体電解質層を2層としてもよい。固体電解質層が2層であるNO_xセンサ素子構造は、例えば特開2004-354400号公報(図3)に記載されている。

10

【0051】

本発明は、自動車や各種内燃機関の排ガス中や、ボイラ等の燃焼ガス中のNO_xガス濃度検出用ガスセンサや、全領域空燃比センサ等の酸素センサに適用することができるが、これらの用途に限られない。例えば、NO_x以外のガス(例えばCO_xやH₂O、HCなど)の濃度を測定するためのガスセンサ素子を有するガスセンサに対して適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の実施形態に係るNO_xセンサの長手方向に沿う断面図である。

20

【図2】NO_xセンサ素子の長手方向に沿う断面図である。

【図3】ヒータの形状及び配置状態を示す図である。

【図4】図1の部分拡大図である。

【図5】第2ポンピングセルの温度を種々変化させたときのオフセット値の変化を示す図である。

【図6】第2ポンピングセルの温度を種々変化させたときのNO_xゲインの変化を示す図である。

【図7】第1ポンピングセルの温度を種々変化させたときのオフセット値の変化を示す図である。

【図8】NO_xセンサ素子のL/2の長さを変えたときのL/2の位置での温度を示す図である。

30

【符号の説明】

【0053】

| | |
|-----------|--------------------------------|
| 200 | ガスセンサ |
| 10 | ガスセンサ素子(NO _x センサ素子) |
| 11 | 第1ポンピングセル |
| 12 | 酸素濃度検出セル |
| 13 | 第2ポンピングセル |
| 11a ~ 13a | 第1固体電解質層 ~ 第3固体電解質層 |
| 11b | 第1対極電極(外側第1ポンプ電極) |
| 11c | 内側第1ポンプ電極 |
| 12b | 検知電極 |
| 12c | 基準電極 |
| 13b | 内側第2ポンプ電極 |
| 13c | 対極第2ポンプ電極 |
| 16 | 第1測定室 |
| 18 | 第2測定室 |
| 50 | ヒータ |
| 50a | リード部 |
| 50b、50b1 | 直線抵抗部 |

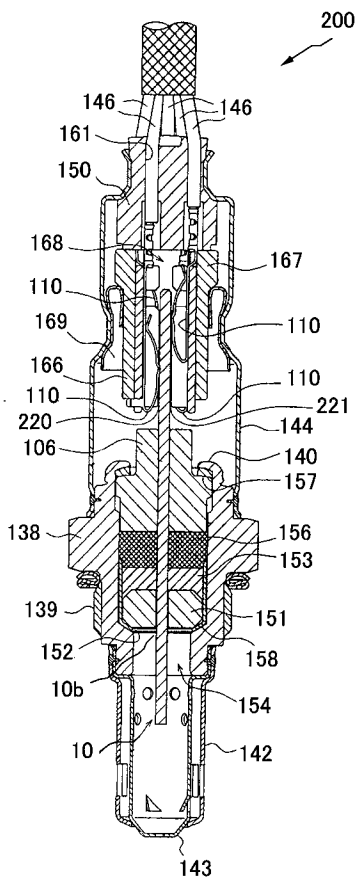
40

50

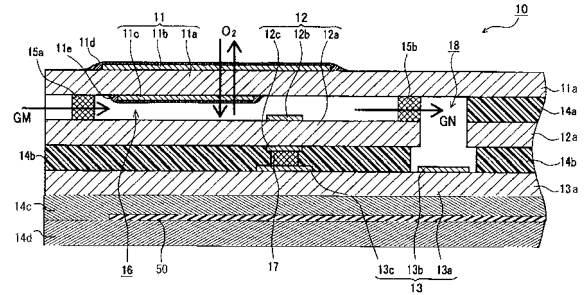
5 0 b x
5 0 b y
5 0 i
5 0 k
5 0 c 1、5 0 c 2

第 1 抵抗部
第 2 抵抗部
第 3 抵抗部
主発熱部
屈曲部

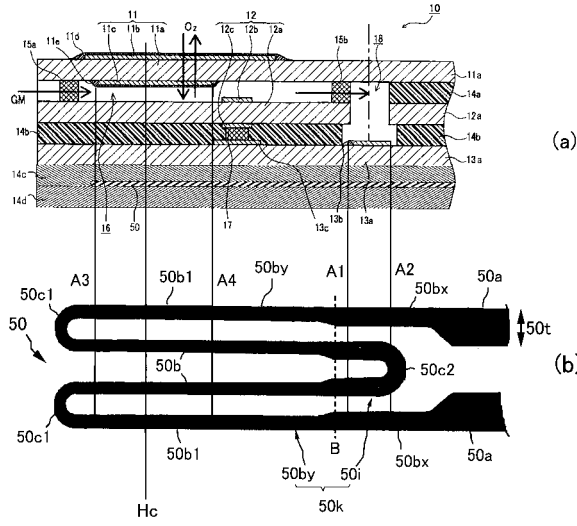
【 図 1 】



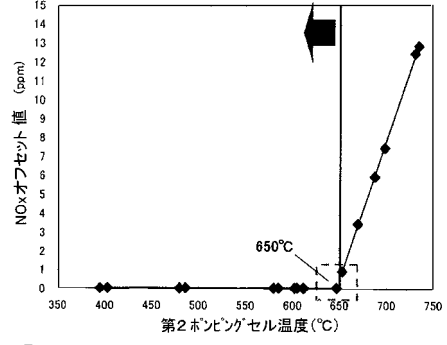
【 図 2 】



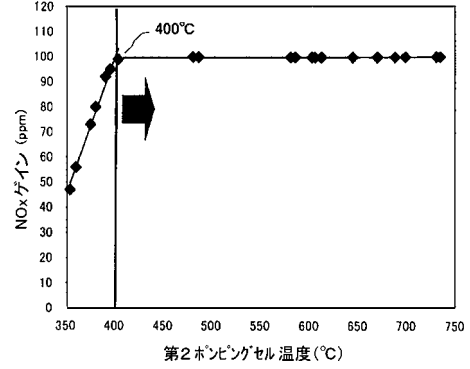
【図3】



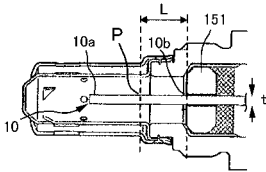
【図5】



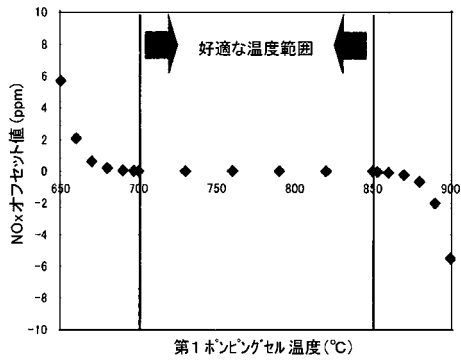
【図6】



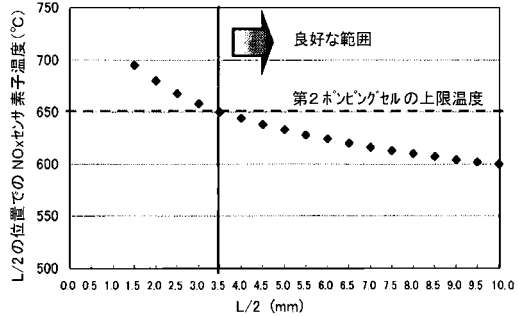
【図4】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 中尾 敬
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 佐々木 寿
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 塩谷 宏治
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

審査官 柏木 一浩

- (56)参考文献 特開平10-318979(JP,A)
特開2004-151017(JP,A)
特開2007-010564(JP,A)
特開昭60-259951(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| G01N | 27/416 |
| G01N | 27/419 |