

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 3 月 5 日(05.03.2015)



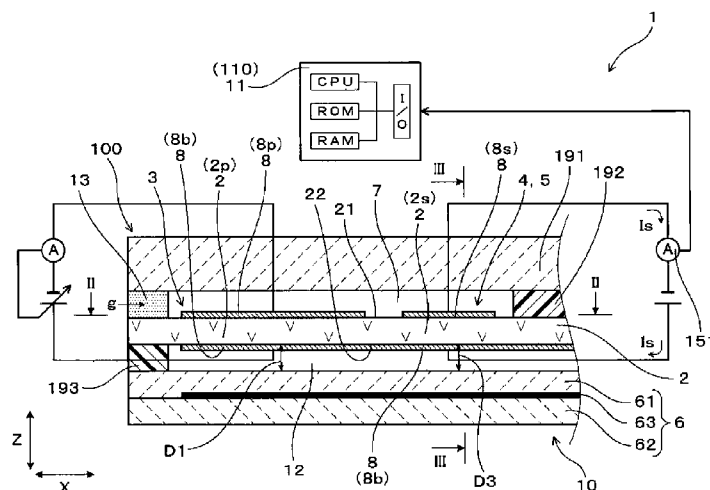
(10) 国際公開番号
WO 2015/030165 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/26 (2006.01) *G01N 27/416* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/072719
- (22) 国際出願日: 2014 年 8 月 29 日(29.08.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-178980 2013 年 8 月 30 日(30.08.2013) JP
特願 2014-165752 2014 年 8 月 18 日(18.08.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 藤堂 祐介(TOUDOU, Yuusuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 木全 岳人(KIMATA, Takehito); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 片渕 亨(KATAFUCHI, Toru); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町 1 8 番地 4 MY K 四ツ谷 2 階 よつや国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: GAS CONCENTRATION DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: ガス濃度検出装置



(57) Abstract: Provided is a gas concentration detection device capable of more accurately computing the concentration of a predetermined gas component. A gas concentration detection device (1) is provided with a gas sensor (10) and a computation unit (11). The gas sensor (10) has a pump cell (3), a monitor cell (4), and a sensor cell (5). The computation unit (11) computes the concentration of a predetermined gas component in a gas (g) by subtracting a monitor cell electric current (I_m), which is an electric current flowing to the monitor cell (4), from a sensor cell electric current (I_s), which is an electric current flowing to the sensor cell (5). When computing the concentration of the predetermined gas component, the computation unit (11) performs correction processing of the value of the monitor cell electric current (I_m) so that the value of the monitor cell electric current (I_m) approaches the value of an oxygen-caused electric current (I_{so}) which is a component of the sensor cell electric current (I_s) that is caused by the oxygen concentration.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/030165 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

所定ガス成分の濃度をより正確に算出できるガス濃度検出装置を提供する。ガス濃度検出装置 1 は、ガスセンサ 10 と算出部 11 とを備える。ガスセンサ 10 は、ポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 とを有する。算出部 11 は、センサセル 5 に流れる電流であるセンサセル電流 I_s から、モニタセル 4 に流れる電流であるモニタセル電流 I_m を減算することにより、ガス g 中の所定ガス成分の濃度を算出する。算出部 11 は、所定ガス成分の濃度を算出するときに、モニタセル電流 I_m の値を、センサセル電流 I_s のうち酸素濃度に起因する成分である酸素起因電流 I_{sO} の値に近づけるように、補正処理を行う。

明 細 書

発明の名称： ガス濃度検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、自動車の排ガスに含まれる NO_x 等のガス成分の濃度を測定するガス濃度検出装置に関する。

背景技術

[0002] 自動車の排ガス等に曝されるガスセンサと、このガスセンサの出力を用いて、上記排ガスに含まれる NO_x 等の濃度を算出する算出部と、を備えるガス濃度検出装置が知られている（下記特許文献1参照）。

[0003] 上記ガスセンサは、酸素イオン伝導性を有する固体電解質体と、該固体電解質体の両面に形成した複数の電極とを備える。この固体電解質体と電極によって、ポンプセルと、モニタセルと、センサセルとの3個のセルが形成されている。ポンプセルは、ガスの酸素濃度を低減するためのセルである。モニタセルは、ポンプセルによって酸素濃度を低減させたガスに、僅かに残留する酸素の濃度を検出するためのセルである。また、センサセルは、ポンプセルによって酸素濃度を低減させられたガスに含まれる酸素と所定ガス成分（ NO_x ）との合計の濃度を検出するためのセルである。

[0004] モニタセルには、上記ガスに残留する酸素の濃度に対応した量の電流（モニタセル電流 I_m ）が流れる。また、センサセルにも電流（センサセル電流 I_s ）が流れる。センサセルは、酸素と所定ガス成分とにそれぞれ活性を有するため、センサセル電流 I_s には、酸素濃度に起因する成分（酸素起因電流 I_{so} ）と、所定ガス成分の濃度に起因する成分（所定ガス起因電流 I_x ）とが含まれる。所定ガス成分の濃度を正確に算出するためには、センサセル電流 I_s から酸素起因電流 I_{so} を除去し、所定ガス起因電流 I_x の値を正確に算出する必要がある。

[0005] しかしながら、通常、酸素起因電流 I_{so} は直接測定できない。そのため上記ガス濃度検出装置では、酸素起因電流 I_{so} の代わりにモニタセル電流

I_m を用いている。すなわち、モニタセル電流 I_m は、酸素起因電流 I_{so} と同様に、酸素濃度と相関関係があるため、このモニタセル電流 I_m をセンサセル電流 I_s ($= I_{so} + I_x$) から減算し、所定ガス起因電流 I_x の近似値を求めている。そして、得られた値を用いて、所定ガス成分の濃度を算出している。これらの演算は、上記算出部が行っている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第3979240号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記ガス濃度検出装置は、所定ガス成分の濃度を正確に測定できないことがある。すなわち、モニタセルを構成する電極は、酸素分子のみを還元する金属、例えばPt-Au合金からなり、センサセルを構成する電極は、酸素分子と所定ガス成分を両方とも還元する金属、例えばPt-Rh合金からなる。このように、モニタセルとセンサセルは、電極の材料が互いに異なるため、酸素濃度に対する感度が互いに異なる。また、各電極の面積には製造ばらつきがある。そのため、モニタセル電流 I_m と酸素起因電流 I_{so} とは、正確に一致していない場合が多い。したがって、上述のようにセンサセル電流 I_s ($= I_x + I_{so}$) からモニタセル電流 I_m を減算しても、所定ガス起因電流 I_x を正確に算出できない。そのため、所定ガス成分の濃度を正確に求めることができない。

[0008] 本発明は、かかる背景に鑑みてなされたもので、所定ガス成分の濃度をより正確に算出できるガス濃度検出装置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

[0009] 本発明の一態様は、ガスに曝されるガスセンサと、該ガスセンサの出力を用いて、上記ガスに含まれる所定ガス成分の濃度を算出する算出部とを備えるガス濃度検出装置であって、

上記ガスセンサは、上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、上記ガス室と上記基準ガス室との間に介在し酸素イオン伝導性を有する固体電解質体と、該固体電解質体の両面に設けられた複数の電極とを備え、

上記固体電解質体と上記電極とにより、上記ガス室における上記ガスの酸素濃度を調整するポンプセルと、上記ガス中の酸素濃度に対応した量の電流が流れるモニタセルと、上記ガス中の酸素濃度に対応した量の電流と上記所定ガス成分の濃度に対応した量の電流との合計の電流が流れるセンサセルとを形成してあり、

上記算出部は、上記モニタセルに流れる電流であるモニタセル電流 I_m の値を、上記センサセルに流れる電流であるセンサセル電流 I_s のうち酸素濃度に起因する成分である酸素起因電流 I_{so} の値に近づけるように補正し、その補正值 I_m' を上記センサセル電流 I_s から減算することにより、上記センサセル電流 I_s のうち上記所定ガス成分の濃度に起因する成分である所定ガス起因電流 I_x を求めて、上記ガス中の上記所定ガス成分の濃度を算出するよう構成されていることを特徴とするガス濃度検出装置にある。

発明の効果

[0010] 上記ガス濃度検出装置の算出部は、所定ガス成分の濃度を算出するときに、モニタセル電流 I_m の値を、上記酸素起因電流 I_{so} の値に近づけるように補正する。

そのため、所定ガス成分の濃度をより正確に算出することが可能になる。すなわち、上述したように、センサセル電流 I_s には、所定ガス成分の濃度に起因する成分である所定ガス起因電流 I_x と、上記酸素起因電流 I_{so} とが含まれる。上記補正処理を行うと、補正後のモニタセル電流 I_m' は、酸素起因電流 I_{so} に近い値になる。そのため、補正後のモニタセル電流 I_m' をセンサセル電流 I_s ($= I_x + I_{so}$) から減算すれば、 $I_s - I_m' = (I_x + I_{so}) - I_m' \div I_x$ となり、正確な所定ガス起因電流 I_x を算出することができる。そのため、所定ガス成分の濃度を正確に算出するこ

とが可能になる。

[0011] 以上のごとく、本発明によれば、所定ガス成分の濃度をより正確に算出できるガス濃度検出装置を提供することができる。

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、ガスセンサの分解斜視図。

[図5]実施例1における、NO_xを含有するガスを測定したときの、ポンプセル電圧と、モニタセル電流及びセンサセル電流との関係を表したグラフ。

[図6]図5における、V_pを約0.37Vにしたときの、センサセル電流とモニタセル電流の内訳を表したグラフ。

[図7]実施例1における、NO_xを含有しないガスを測定したときの、ポンプセル電圧と、モニタセル電流及びセンサセル電流との関係を表したグラフ。

[図8]実施例1における、NO_xを含有しないガスを測定したときの、モニタセル電流とセンサセル電流との相関関係を表したグラフ。

[図9]実施例1における、NO_xを含有しないガスを測定したときの、ポンプセル電圧V_pと、I_m、I_s、I_m-I_s、I_m-αI_sとの関係を表したグラフ。

[図10]実施例1における、NO_xを含有するガスを、V_pを約0.2Vにして測定したときの、センサセル電流とモニタセル電流の内訳を表したグラフ。

[図11]図10に示すモニタセル電流とセンサセル電流との、相関関係を表したグラフ。

[図12]実施例2における、NO_xを含有するガスを測定したときの、ポンプセル電圧と、モニタセル電流及びセンサセル電流との関係を、V₁、V₂、I_{m1}、I_{m2}、I_{s1}、I_{s2}の値と共に表したグラフ。

[図13]ポンプセル電圧V_pを、図12に示すV₁、V₂にしたときの、セン

サセル電流の内訳を表したグラフ。

[図14]ポンプセル電圧 V_p を、図12に示す V_1 、 V_2 にしたときの、モニタセル電流の内訳を表したグラフ。

[図15]実施例3における、 NO_x を含有するガスを測定したときの、ポンプセル電圧と、モニタセル電流及びセンサセル電流との関係を、 V_0 、 V_3 の値と共に記したグラフ。

[図16]ポンプセル電圧 V_p を、図15に示す V_3 にしたときの、|センサセル電流|と|モニタセル電流|の内訳を表したグラフ。

[図17]実施例4における、 NO_x を含有しないガスを測定したときの、ポンプセル電圧と、モニタセル電流及びセンサセル電流との関係を、 V_1 、 V_2 の値と共に記したグラフ。

[図18]実施例4における、 I_{m_1} と I_{s_1} の内訳を表すグラフ。

[図19]実施例4における、 I_{m_2} と I_{s_2} の内訳を表すグラフ。

[図20]実施例4における、 NO_x を含有するガスを測定したときの、 I_m と I_s の内訳を表すグラフ。

[図21]実施例5における、ポンプセル電圧を V_3 、 V_4 にしたときの、センサセル電流 I_{s_3} 、 I_{s_4} の内訳を表すグラフ。

[図22]実施例5における、ポンプセル電圧を V_3 、 V_4 にしたときの、モニタセル電流 I_{m_3} 、 I_{m_4} の内訳を表すグラフ。

発明を実施するための形態

[0013] 上記ガス濃度検出装置は、例えば、自動車の排ガスに含まれる NO_x の濃度を測定するための NO_x 濃度検出装置とすることができる。

実施例

[0014] (実施例1)

上記ガス濃度検出装置に係る実施例について、図1～図11を用いて説明する。図1～図4に示すごとく、本例のガス濃度検出装置1は、ガスセンサ10と、算出部11とを備える。ガスセンサ10は、その先端100がガスgに曝されている。算出部11は、ガスセンサ10の出力電流を用いて、ガ

ス g に含まれる所定のガス成分の濃度を算出する。

[0015] ガスセンサ 10 は、ガス室 7 と、基準ガス室 12 と、固体電解質体 2 と、複数の電極 8 とを備える。ガス室 7 には、ガス g が導入される。また、基準ガス室 7 には、大気等の基準ガスが導入される。固体電解質体 2 は、ガス室 7 と基準ガス室 12 との間に介在している。固体電解質体 2 は、酸素イオン伝導性を有する材料から構成されている。電極 8 は、固体電解質体 2 の両面に形成されている。

[0016] 図 1 ～図 3 に示すごとく、固体電解質体 2 と電極 8 とにより、ポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 とが形成される。ポンプセル 3 は、ガス室 7 におけるガス g 中の酸素濃度を調整するセルである。モニタセル 4 は、ガス g 中の酸素濃度に対応した量の電流が流れるセルである。また、センサセル 5 は、ガス g 中の酸素濃度に対応した量の電流と、所定ガス成分の濃度に対応した量の電流との、合計の電流が流れるセルである。

[0017] モニタセル 4 にはモニタセル電流 I_m が流れ、センサセル 5 にはセンサセル電流 I_s が流れる。センサセル電流 I_s には、酸素濃度に起因する成分である酸素起因電流 I_{so} (図 6 参照) と、所定ガス成分の濃度に起因する成分である所定ガス起因電流 I_x とがある。算出部 11 は、モニタセル電流 I_m の値を、酸素起因電流 I_{so} の値に近づけるように補正処理を行う。そして、その補正したモニタセル電流 I_m' の値をセンサセル電流 I_s から減算することにより、所定ガス起因電流 I_x を求める。この所定ガス起因電流 I_x の値を用いて、ガス g 中の所定ガス成分の濃度を算出する。

[0018] 本例のガス濃度検出装置 1 は、自動車の排ガス等に含まれる NO_x 濃度を測定するための、 NO_x 濃度検出装置である。すなわち、ガス g は自動車の排ガスであり、所定ガス成分は NO_x である。ガスセンサ 10 全体は、図示しない筒状のケースに收容され、自動車の排気管に取り付けられている。ガスセンサ 10 の先端 100 は排気管内に差し込まれ、後端部は、基準ガスである大気に露出している。

[0019] 図 1 ～図 4 に示すごとく、電極 8 には、固体電解質体 2 のガス室 7 側の主

面 2 1 に形成されたポンプ電極 8 p 及びモニタ電極 8 m 及びセンサ電極 8 s と、固体電解質体 2 の基準ガス室 1 2 側の主面に形成された基準電極 8 b とがある。固体電解質体 2 と、ポンプ電極 8 p と、基準電極 8 b とによって、上記ポンプセル 3 が形成されている。また、固体電解質体 2 と、モニタ電極 8 m と、基準電極 8 b とによって、上記モニタセル 4 が形成されている。また、固体電解質体 2 と、センサ電極 8 s と、基準電極 8 b とによって、上記センサセル 5 が形成されている。

[0020] ガス g 中の NO_x 濃度を測定する方法について説明する。図 1 に示すごとく、ガス g は、拡散抵抗層 1 3 を通って、ガス室 7 に導入される。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 8 b とポンプ電極 8 p との間に、基準電極 8 b 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 8 p 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 1 2 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 内の酸素濃度が制御される。

[0021] 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。このガス 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 8 b とモニタ電極 8 m との間に、基準電極 8 b 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 1 2 へ排出される。モニタ電極 8 m は、後述するように、 NO_x の分解に不活性な Pt-Au サーマット電極によって形成されているため、モニタセル 4 に流れる電流（モニタセル電流 I_m ）は、ガス g 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。

[0022] また、センサセル 5 においても、基準電極 8 b とセンサ電極 8 s との間に、基準電極 8 b が高電位となるように直流電圧を加える。センサ電極 8 s は、後述するように、 NO_x の分解に活性な Pt-Rh サーマット電極によっ

て形成されているため、センサ電極 8 s 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 1 2 へ排出される。したがって、センサセル 5 に流れる電流（センサセル電流 I_s ）は、酸素分子の濃度と NO_x 分子の濃度との、双方の濃度に依存する。

[0023] 図 5 に示すごとく、ポンプセル 3 に加える電圧（ポンプセル電圧 V_p ）が減少すると、モニタセル電流 I_m 及びセンサセル電流 I_s は増加する。これは以下の理由による。すなわち、ポンプセル電圧 V_p が低くなると、ポンプセル 3 によってガス g から排出される酸素の量が低減する。そのため、ガス g 中の酸素濃度が増加し、モニタセル 4 及びセンサセル 5 によって排出される酸素の量が増加する。これにより、モニタセル 4 及びセンサセル 5 を流れる酸素イオンの量が増え、モニタセル電流 I_m 及びセンサセル電流 I_s が増加する。

[0024] なお、 NO_x 濃度の測定を行うときは、ポンプセル電圧 V_p を所定の値、例えば約 0.37 V にする。

[0025] 上述したように、センサセル 5 は、所定ガス成分と酸素との両方に活性があるため、図 6 に示すごとく、センサセル電流 I_s には、所定ガス成分の濃度に起因した所定ガス起因電流 I_x と、酸素濃度に起因した酸素起因電流 I_{so} とが含まれる。また、モニタセル 4 は酸素に対してのみ活性を有するため、モニタセル電流 I_m には、所定ガス成分の濃度に起因した成分は含まれない。

[0026] 図 6 に示すごとく、モニタセル電流 I_m は、酸素起因電流 I_{so} よりも若干少ない。つまり、モニタセル 4 とセンサセル 5 は、酸素濃度に対する感度が互いに異なる。これは、モニタセル 4 とセンサセル 5 とは電極 8 の材料が異なり、また、電極 8 の面積に製造ばらつきが含まれるからである。そのため、センサセル電流 I_s からモニタセル電流 I_m を単に減算しただけでは、所定ガス起因電流 I_x は正確に算出できない。したがって、所定ガス成分の濃度を正確に算出できない。

[0027] そのため、本例では、モニタセル電流 I_m が酸素起因電流 I_{so} に近づくように、補正処理を行っている。具体的には、算出部 11（図 1 参照）において、酸素起因電流 I_{so} をモニタセル電流 I_m で除した値を感度比 α として記憶しておく。そして算出部 11 は、測定したセンサセル電流 I_s と、モニタセル電流 I_m と、感度比 α とを下記式に代入することにより、所定ガス起因電流 I_x を算出する。

$$I_s - \alpha I_m = I_x$$

そして、得られた所定ガス起因電流 I_x を用いて、所定ガス成分の濃度を算出する。なお、 $I_s - \alpha I_m = (I_x + I_{so}) - I_{so} / I_m \cdot I_m = I_x$ であるため、 $I_s - \alpha I_m$ と I_x とは互いに等しい。

[0028] 感度比 α は、ガスセンサ 10 の個体差によるばらつきがあるため、測定して記憶する必要がある。例えば、ガス濃度検出装置 1 を製造して出荷するときに、ガス g として、所定ガス成分を含有しない大気を測定する。そして、得られたセンサセル電流 I_s とモニタセル電流 I_m を用いて、感度比 α を算出する。

[0029] ガス g に所定ガス成分が含まれる場合は、酸素起因電流 I_{so} を直接測定することはできないが、ガス g に所定ガス成分が含まれない場合は、センサセル電流 $I_s =$ 酸素起因電流 I_{so} となるため、酸素起因電流 I_{so} を直接測定することができる。したがって、感度比 α を、下記式を用いて算出することができる。

$$\alpha = I_{so} / I_m = I_s / I_m$$

[0030] 図 7 に示すごとく、所定ガス成分を含有しない大気を測定すると、センサセル電流 I_s の方が、モニタセル電流 I_m よりも僅かに高い値になることが分かる。これは、センサセル 5 の方が、モニタセル 4 よりも酸素に対する感度が高いからである。したがって感度比 α ($= I_s / I_m$) は、1 よりも大きい値になることが多い。

[0031] 本例では、ガス g に所定ガス成分が含まれない状態において、ポンプセル電圧 V_p を段階的に変化させる。これにより、ガス室 7 におけるガス g の酸

素濃度が互いに異なる複数の状態を作る。そして、各々の状態においてモニタセル電流 I_m とセンサセル電流 I_s とを測定する。図 8 に、このようにして得られたモニタセル電流 I_m とセンサセル電流 I_s との相関関係を示す。

[0032] ポンプセル電圧 V_p が低い状態では、ガス g （大気）中の酸素濃度が増加し、モニタセル電流 I_m 及びセンサセル電流 I_s が増加する。また、ポンプセル電圧 V_p が高い状態では、ガス g 中の酸素濃度が低減し、モニタセル電流 I_m 及びセンサセル電流 I_s が低減する。図 8 から、ガス g 中の酸素濃度を変化させたときに得られる、モニタセル電流 I_m とセンサセル電流 I_s との測定値は、一直線上にのることが分かる。本例では、この直線の傾きを、上記感度比 α ($= I_s / I_m$) として用いている。また、本例では、この直線の傾きを求める際に、最小二乗法を用いている。

[0033] 上述したように、感度比 α は、ガスセンサ 10 の個体差に依存する。図 8 に示すごとく、感度比 α 、すなわち直線の傾きは、殆どのガスセンサ 10 で、1～2 の値をとる。

[0034] 図 9 のグラフは、 NO_x を含有しないガス g を測定したときの、ポンプセル電圧 V_p と、 I_m 、 I_s 、 $I_s - I_m$ 、 $I_s - \alpha I_m$ との関係を表したものである。同図に示すごとく、センサセル電流 I_s からモニタセル電流 I_m を単に引いた値 ($I_s - I_m$) は、ポンプセル電圧 V_p が 0.35～0.39 V の範囲 (NO_x 濃度を測定するときの、ポンプセル電圧 V_p がばらつく範囲) では、比較的大きな値となり、 NO_x 濃度に換算すると ± 6 ppm 程度になる。これに対して、モニタセル電流 I_m に感度比 α を掛けて補正し、これをセンサセル電流 I_s から減算した値 ($I_s - \alpha I_m$) は、ポンプセル電圧 V_p が 0.35～0.39 V の範囲では、 $I_s - I_m$ よりも小さな値となり、 NO_x 濃度に換算すると ± 1 ppm 以下にすることができる。

[0035] 図 6 に示すごとく、 NO_x を含有するガス g を測定する際には、センサセル電流 I_s は、所定ガス起因電流 I_x と酸素起因電流 I_{s0} との和になる。本例では、 I_{s0} と αI_m を殆ど等しくすることができ、 $I_{s0} - \alpha I_m$ から算出される NO_x 濃度を ± 1 ppm 以下にできる。そのため、所定ガス起

因電流 I_x を正確に算出することができる。

[0036] 一方、ガスセンサ 10 の電極 8 の特性は経時変化するため、感度比 α は時間と共に変化する。そのため、定期的に感度比 α を測定して、最新の感度比 α を記憶する必要がある。

[0037] ガス濃度検出装置 1 を車両等に取り付ける前の時点では、上述したように、ガス g として、所定ガス成分を含有しない大気を測定できるため、 $I_s = I_{s0}$ となる。したがって、 $\alpha = I_{s0} / I_m = I_s / I_m$ となるため、感度比 α を正確に算出することができる。

[0038] しかしながら、ガス濃度検出装置 1 を車両等に取り付けた後は、所定ガス成分 (NO_x) を含有しない大気を測定することができない。ガス g に所定ガス成分が含まれる場合は、酸素起因電流 I_{s0} を直接測定できないため、感度比 $\alpha (= I_{s0} / I_m)$ を正確に測定することはできない。

[0039] そのため、本例では、感度比 α の代わりに、その近似値 α' を定期的に算出している。具体的には、以下のようにする。すなわち、 NO_x 濃度を測定する場合、上述したようにポンプセル電圧 V_p を約 0.37 V にしているが、感度比 α の近似値 α' を測定するときには、ポンプセル電圧 V_p をこれよりも低い値にする。例えば、ポンプセル電圧 V_p を約 0.2 V にする。このようにすると、ポンプセル 3 によって排出される酸素分子の量が減少し、ガス g 中の酸素濃度が増加する。この状態では、ガス g 中の酸素濃度が、所定ガス成分の濃度よりも遥かに高いため、図 10 に示すごとく、センサセル電流 I_s 中における酸素起因電流 I_{s0} の割合が、所定ガス起因電流 I_x の割合よりも格段に高くなる。そのため、所定ガス起因電流 I_x の存在を殆ど無視することができる。したがって、図 11 に示すごとく、近似値 $\alpha' (= I_s / I_m)$ を、感度比 $\alpha (= I_{s0} / I_m)$ に殆ど等しい値として、算出することができる。

[0040] また、近似値 α' を算出した後は、所定ガス成分の濃度を測定するにあたり、下記の数式を用いる。すなわち、下記数式に、測定したセンサセル電流 I_s とモニタセル電流 I_m と上記近似値 α' とを代入することにより、所定

ガス起因電流 I_x の近似値 I_x' を算出する。この近似値 I_x' を用いることにより、所定ガス成分の濃度を高い精度で算出することができる。

$$I_s - \alpha' I_m = I_x'$$

[0041] 次に、本例のガスセンサ 10 の構造について、詳細に説明する。図 1 ～図 4 に示すごとく、本例のガスセンサ 10 は、固体電解質体 2 を 1 枚のみ備える。この 1 枚の固体電解質体 2 に、ポンプ電極 8 p と、モニタ電極 8 m と、センサ電極 8 s と、基準電極 8 b とを形成してある。すなわち、本例では、1 枚の固体電解質体 2 を使って、ポンプセル 3 と、モニタセル 4 と、センサセル 5 との、3 個のセルを形成している。

[0042] 図 1、図 4 に示すごとく、本例のガスセンサ 10 は、セラミック等からなる絶縁板 191 と、ガス室 7 を形成するためのシート状の第 1 スペース 192 と、固体電解質体 2 と、基準ガス室 12 を形成するためのシート状の第 2 スペース 193 と、ヒータ 6 とを、該ヒータ 6 の厚さ方向（Z 方向）に積層することにより構成されている。

[0043] 図 4 に示すごとく、第 1 スペース 192 には第 1 切欠部 79 を形成してあり、この第 1 切欠部 79 がガス室 7 となる。また、第 1 スペース 192 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。

[0044] また、第 2 スペース 193 には第 2 切欠部 129 が形成されている。この第 2 切欠部 129 が、基準ガス室 12 となる。第 2 切欠部 129 は、大気が存在する外部空間に連通している。第 1 スペース 192 及び第 2 スペース 193 は、アルミナ等の絶縁材料から構成されている。

[0045] ポンプ電極 8 p とモニタ電極 8 m とは、 NO_x 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、これらの電極 8 p, 8 m 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。電極 8 p, 8 m 中の金 Au の含有量は、1 ～ 10 重量%程度である。また、センサ電極 8 s は、 NO_x 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 8 s 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。

[0046] 図 4 に示すごとく、電極 8 には、電流の経路となるリード 16 が形成されている。また、固体電解質体 2、第 1 スペース 192、絶縁板 191 には、Z 方向に貫通したスルーホール 17 が形成されている。このスルーホール 17 内に、金属製のプラグを形成してある。また、絶縁板 191 の表面には、外部機器と電気接続するためのパッド 15 を複数個形成してある。個々のパッド 15 と電極 8 m, 8 s, 8 p とは、上記プラグとリード 16 とを介して、それぞれ電氣的に接続されている。

[0047] 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電極 63 と、該ヒータ電極 63 を被覆する絶縁層 61 とからなる。ヒータ 6 は、ヒータ電極 63 を外部からの給電により発熱させ、上記セル 3, 4, 5 をそれぞれ活性化温度まで加熱するよう構成されている。また、第 2 スペース 193 と、絶縁層 61 と、ヒータシート 62 とには、スルーホール 170 が形成されており、ヒータシート 62 の表面にはパッド 18 が形成されている。スルーホール 170 内には、金属製のプラグが形成されている。このプラグにより、ヒータ電極 63 及び基準電極 8 b を、それぞれパッド 18 に電気接続している。

[0048] また、ヒータ電極 63 の発熱中心は、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、ヒータ電極 63 を使って、各セル 3, 4, 5 を加熱するよう構成されている。

[0049] 図 1、図 2 に示すごとく、本例のガス室 7 は、ポンプセル 3 を形成した側から、モニタセル 4 及びセンサセル 5 を形成した側まで、全体にわたって、Z 方向における間隔が一定であると共に、X 方向と Z 方向との双方に直交する幅方向（Y 方向）における間隔が一定であり、一体的に形成されている。すなわち、ガス室 7 内における、ポンプセル 3 を形成した側と、モニタセル 4 及びセンサセル 5 を形成した側との間には、絞り部や隔壁のように、Z 方

向間隔またはY方向間隔を狭くする部位が形成されていない。これにより、ガスgが、ポンプセル3を形成した側から、モニタセル4及びセンサセル5を形成した側へ拡散律速することなく流れるようにしてある。

[0050] また、本例では図2に示すごとく、X方向における、ポンプ電極8pからモニタ電極8mまでの距離L1と、ポンプ電極8pからセンサ電極8sまでの距離L2とが互いに等しい。

[0051] また、本例では図1、図4に示すごとく、基準電極8bを共通化してある。すなわち、基準電極8bのうち、ポンプセル3を構成する部位と、モニタセル4を構成する部位と、センサセル5を構成する部位とが一体化している。

[0052] 本例の作用効果について説明する。本例のガス濃度検出装置1における算出部11は、所定ガス成分の濃度を算出するときに、モニタセル電流Imの値を、酸素起因電流Is0の値に近づけるように補正する。

そのため、所定ガス成分の濃度をより正確に算出することが可能になる。すなわち、上述したように、センサセル電流Isには、所定ガス成分の濃度に起因する成分である所定ガス起因電流Ixと、酸素起因電流Is0とが含まれる。上記補正処理を行うと、補正後のモニタセル電流Im'は、酸素起因電流Is0に近い値になる。そのため、補正後のモニタセル電流Im'をセンサセル電流Is(=Ix+Is0)から減算すれば、 $Is - Im' = (Ix + Is0) - Im' \div Ix$ となり、正確な所定ガス起因電流Ixを算出することができる。そのため、所定ガス成分の濃度を正確に算出することが可能になる。

[0053] また、上記算出部11は、下記式を用いて、センサセル電流Is中の所定ガス起因電流Ixを算出する。

$$Is - \alpha Im = Ix$$

そして、得られた所定ガス起因電流Ixを用いて、所定ガス成分の濃度を算出する。

そのため、センサセル電流Is中の所定ガス起因電流Ixは、容易に、か

つ確実に算出される。

- [0054] また、本例では、図7、図8に示すごとく、ガスgに所定ガス成分が含まれない状態において、センサセル電流 I_s とモニタセル電流 I_m とを測定する。この状態では、センサセル電流 I_s には所定ガス起因電流 I_x が含まれないため、センサセル電流 I_s ＝酸素起因電流 I_{s0} となる。そのため、下記式を用いて、感度比 α を容易に、かつ正確に算出することができる。

$$\alpha = I_{s0} / I_m = I_s / I_m$$

- [0055] また、本例では図7、図8に示すごとく、感度比 α を算出するときに、ポンプセル電圧 V_p を変化させる。これにより、ガス室7におけるガスgの酸素濃度が、互いに異なる複数の状態を形成する。そして、各々の状態においてセンサセル電流 I_s とモニタセル電流 I_m を測定する。これにより、感度比 α を算出する。

そのため、複数の測定データを用いて感度比 α を算出することで、より正確な感度比 α を求めることが可能になる。

- [0056] また、本例では、ガスセンサ10を車両に取り付けた後、所定ガス成分が含まれているガスgを用いて、感度比 α の近似値 α' を算出する。この際、ポンプセル電圧 V_p を、所定ガス成分の濃度を算出するときの値よりも低くする。そして、下記数式を用いて、近似値 α' を算出する。

$$I_s / I_m = \alpha'$$

そのため、所定ガス成分が含まれているガスgを用いて、感度比 α に近い値である、近似値 α' を算出することができる。上述したように、感度比 α は経時変化するため、定期的に感度比 α を算出する必要がある。また、ガス濃度検出装置を一旦、車両等に取り付けた後は、所定ガス成分(NO_x)を含有しない大気等を、ガスgとして測定することができない。本例では、ガスgに所定ガス成分が含まれていても、感度比 α に近い値を算出できるため、感度比 α が経時変化した後でも、所定ガス成分の濃度を正確に測定することができる。

なお、上記近似値 α' の算出は、いわゆる車両のエンジンがフューエルカ

ットを受けている時のように、所定ガス成分の濃度になるべく低くなる時に行うことが好ましい。

[0057] また、図1、図2に示すごとく、本例のガスセンサ10は、ポンプセル3を形成した側から、モニタセル4及びセンサセル5を形成した側まで、全体にわたって、Z方向における間隔が一定であると共に、Y方向における間隔が一定であり、一体的に形成されている。すなわち、ガス室7内における、ポンプセル3を形成した側と、モニタセル4及びセンサセル5を形成した側との間には、絞り部や隔壁のように、Z方向間隔またはY方向間隔を狭くする部位が形成されていない。

そのため、ポンプセル3からモニタセル4及びセンサセル5へ、ガスgを拡散律速することなく流すことができる。したがって、所定ガス成分の濃度に変化したときに、その変化をすぐに検出することが可能になる。つまり、ガスセンサ10の応答性を高めることが可能になる。

[0058] また、図1～図4に示すごとく、本例では、ポンプセル3とモニタセル4とセンサセル5とは、1枚の固体電解質体2を共有している。そのため、固体電解質体2の枚数を1枚にすることができ、ガスセンサ10の製造コストを低減することができる。

[0059] 以上のごとく、本例によれば、所定ガス成分の濃度をより正確に算出できるガス濃度検出装置を提供することができる。

[0060] (実施例2)

以下の実施例においては、図面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と同様の構成要素を表す。

[0061] 本例は、所定ガス成分を含有するガスgを用いて感度比 α の近似値 α' を算出するときの、算出方法を変更した例である。図12に示すごとく、ポンプセル3に、互いに値が異なる第1電圧V1と第2電圧V2とを加える。そして、第1電圧V1を加えた状態におけるモニタセル電流 I_{m1} 及びセンサセル電流 I_{s1} を測定し、第2電圧V2を加えた状態におけるモニタセル電流 I

m_2 及びセンサセル電流 I_{s2} を測定する。これらの測定値 I_{m1} , I_{s1} , I_{m2} , I_{s2} から、下記式を用いて、近似値 α' を算出する。

$$(I_{s1} - I_{s2}) / (I_{m1} - I_{m2}) = \alpha' \quad \dots (1)$$

[0062] 図13に示すごとく、センサセル電流 I_{s1} , I_{s2} には、所定ガス成分の濃度に起因する成分である所定ガス起因電流 I_x と、酸素濃度に起因する成分である酸素起因電流 I_{so} とがある。センサセル電流 I_{s1} , I_{s2} は、ポンプセル電圧 V_p を変えて測定した値であるため、酸素起因電流 I_{so} の値が互いに異なる。すなわち、ポンプセル電圧 V_p が低いとき（第1電圧 V_1 ）は、ガス g 中の酸素濃度が高くなるため、酸素起因電流 I_{so} は高い値になる。また、ポンプセル電圧 V_p が高いとき（第2電圧 V_2 ）は、ガス g 中の酸素濃度が低くなるため、酸素起因電流 I_{so} は低い値になる。

[0063] これに対して、所定ガス成分の濃度は、ポンプセル電圧 V_p の影響を受けないため、 $V_p = V_1$ のときと、 $V_p = V_2$ のときとで、所定ガス起因電流 I_x は変わらない。そのため、上記数式（1）において $I_{s1} - I_{s2}$ を算出することにより、所定ガス起因電流 I_x を消去することが可能になる。また、 $V_p = V_2$ における酸素起因電流 I_{so} (I_{so2}) は、 $V_p = V_1$ における酸素起因電流 I_{so} (I_{so1}) よりも格段に低い。

[0064] 同様に、図14に示すごとく、ポンプセル電圧 V_p を低くした（第1電圧 V_1 ）ときは、モニタセル電流 I_{m1} は高くなり、ポンプセル電圧 V_p を高くした（第2電圧 V_2 ）ときは、モニタセル電流 I_{m2} は低くなる。

[0065] 以上説明したように、上記数式（1）を用いれば、所定ガス起因電流 I_x を消去できるため、所定ガス成分の濃度の影響を受けなくなる。そのため、近似値 α' を、感度比 α に非常に近い値として算出することができる。

[0066] なお、 α' を算出した後は、実施例1と同様に、下記式を用いて、所定ガス成分の濃度を精度良く算出することができる。

$$I_s - \alpha' I_m = I_x'$$

[0067] その他、実施例1と同様の構成および作用効果を有する。

[0068] （実施例3）

本例は、所定ガス成分を含有するガスgを用いて感度比 α の近似値 α' を算出するときの、算出方法を変更した例である。図15に示すごとく、本例では、近似値 α' を算出するときに、ポンプセル電圧 V_p を、所定ガス成分の濃度を算出するときの値(V_0)よりも高い値(V_3)にする。このようにすると、ポンプ電極8p(図1、図2参照)において所定ガス成分である NO_x が分解される。この状態でモニタセル電流 I_m とセンサセル電流 I_s とを測定する。この状態では、ガスg中の所定ガス成分が分解されているので、図16に示すごとく、センサセル電流 I_s には所定ガス起因電流 I_x が含まれず、酸素起因電流 I_{s0} のみとなる。そのため、下記式を用いて、感度比 α の近似値 α' を算出することが可能になる。

$$\alpha' = I_{s0} / I_m = I_s / I_m$$

なお、ポンプセル電圧 V_p を高くしすぎると、ガスgに含まれる H_2O がポンプ電極8pにおいて分解して H_2 ガスが発生し、この H_2 ガスがモニタセル4及びセンサセル5を流れる。そのため、モニタセル電流 I_m とセンサセル電流 I_s とがマイナスの値になる。このときの値を用いて感度比を算出すると、 H_2 の感度比が算出されてしまう。したがって、 O_2 の感度比 α を求めるには、モニタセル電流 I_m とセンサセル電流 I_s とがプラスになっているときの値を用いる必要がある。

[0069] その他、実施例1と同様の構成および作用効果を有する。

[0070] (実施例4)

本例は、所定ガス起因電流 I_x の算出方法を変更した例である。モニタセル4及びセンサセル5には、酸素および所定ガス成分の有無に関わらず、オフセット電流 I_{off} が流れることが知られている。オフセット電流 I_{off} は、固体電解質体2と電極8との間に生じる電子伝導等が原因だと考えられている。本例では、モニタセル電流 I_m 及びセンサセル電流 I_s にオフセット電流 I_{off} が含まれていることを前提として、モニタセル電流 I_m を補正している。以下、詳説する。

[0071] 本例では、ガス濃度検出装置1の出荷時に、 NO_x を含有しない大気を用

いて、センサセル電流 I_s とモニタセル電流 I_m とを測定する。この際、ポンプセル 3 に、互いに異なる第 1 電圧 V_1 と第 2 電圧 V_2 とを加える(図 17 参照)。そして、第 1 電圧 V_1 を加えたときにおけるセンサセル電流 I_{s1} 及びモニタセル電流 I_{m1} と、第 2 電圧 V_2 を加えたときにおけるセンサセル電流 I_{s2} 及びモニタセル電流 I_{m2} とを、それぞれ測定する。

[0072] ポンプセル 3 に、上記電圧 V_1 、 V_2 のうち低い電圧である第 1 電圧 V_1 を印加したときは、高い電圧である第 2 電圧 V_2 を印加したときよりも、ガス室 7 内の O_2 の濃度が増加する。そのため、第 1 電圧 V_1 を印加したときのセンサセル電流 I_{s1} 及びモニタセル電流 I_{m1} は、第 2 電圧 V_2 を印加したときのセンサセル電流 I_{s2} 及びモニタセル電流 I_{m2} よりも、大きな値になる。

[0073] 図 18、図 19 に示すごとく、モニタセル電流 I_{m1} 、 I_{m2} (図 19 参照)、及びセンサセル電流 I_{s1} 、 I_{s2} には、上記オフセット電流 I_{off} が含まれる。オフセット電流 I_{off} は酸素濃度に依存しないため、各電流 I_{m1} 、 I_{m2} 、 I_{s1} 、 I_{s2} に含まれるオフセット電流 I_{off} は、殆ど同一である。

[0074] 図 18 に示すごとく、モニタセル電流 I_{m1} とセンサセル電流 I_{s1} のうち、酸素濃度に対する感度があるのは、オフセット電流 I_{off} を除いた成分 ($I_{m1} - I_{off}$) と ($I_{s1} - I_{off}$) だけである。 $I_{s1} - I_{off}$ と $I_{m1} - I_{off}$ との比を、減算値感度比 β として定義する。

$$\beta = (I_{s1} - I_{off}) / (I_{m1} - I_{off})$$

[0075] 減算値感度比 β は、ポンプセル電圧 V_p を変化させ、ガス室 7 の酸素濃度を変化させても一定である(図 19 参照)。ポンプセル電圧 V_p を上記第 2 電圧 V_2 にしたときの減算値感度比 β は、下記式のようにになる。

$$\beta = (I_{s2} - I_{off}) / (I_{m2} - I_{off})$$

したがって、 β は一般的に、下記式のように定義することができる。

$$\beta = (I_s - I_{off}) / (I_m - I_{off})$$

[0076] 図 18、図 19 から、センサセル電流 I_{s1} 、 I_{s2} は、以下のように表されることが分かる。

$$I_{s1} = \beta (I_{m1} - I_{off}) + I_{off}$$

$$I_{s2} = \beta (I_{m2} - I_{off}) + I_{off}$$

[0077] 上記連立方程式を解くと、 β と I_{off} は、以下のように表される。

$$\beta = (I_{s1} - I_{s2}) / (I_{m1} - I_{m2})$$

$$I_{off} = (I_{s1} - \beta I_{m1}) / (1 - \beta)$$

本例の算出部11は、上記式を用いて減算値感度比 β とオフセット電流 I_{off} とを算出し、これらの値を記憶しておく。

[0078] 算出部11は、 NO_x 濃度を測定する際に、図20に示すごとく、モニタセル電流 I_m とセンサセル電流 I_s とを測定する。算出部11は、測定したモニタセル電流 I_m の値を、下記式を用いて、酸素起因電流 I_{so} の値に近づけるように補正する。

$$I_{m'} = \beta (I_m - I_{off}) + I_{off}$$

[0079] 算出部11は、その後、下記式を用いて、センサセル電流 I_s からモニタセル電流 I_m の補正值 $I_{m'}$ を減算する。これにより、所定ガス起因電流 I_x を算出する。

$$I_x = I_s - I_{m'} = I_s - \{\beta (I_m - I_{off}) + I_{off}\}$$

[0080] 以上説明した演算を行うことにより、所定ガス起因電流 I_x を正確に求めることができ、所定ガス成分の濃度を正確に算出することが可能となる。

その他、実施例1と同様の構成および作用効果を有する。

[0081] (実施例5)

本例は、 NO_x を含有するガス g を用いて、減算値感度比 β の近似値 β' 、及びオフセット電流 I_{off} の近似値 I_{off}' を測定するようにした例である。減算値感度比 β 及びオフセット電流 I_{off} は、経年変化する。また、ガス濃度検出装置1を車体等に取り付けた後は、 NO_x を含有しないガス g を測定する機会が殆ど無い。そのため本例では、 NO_x を含有するガス g を用いて、減算値感度比 β の近似値 β' 、及びオフセット電流 I_{off} の近似値 I_{off}' を定期的に測定し、その値を更新するようにしている。

[0082] 上記近似値 β' 、 I_{off}' を測定するにあたって、まず、ポンプセル3に互

いに異なる第3電圧 V_3 と第4電圧 V_4 とを印加する。そして、第3電圧 V_3 を加えたときにおけるセンサセル電流 I_{s3} 及びモニタセル電流 I_{m3} （図21、図22参照）と、第4電圧 V_4 を加えたときにおけるセンサセル電流 I_{s4} 及びモニタセル電流 I_{m4} とを測定する。そして、下記式を用いて、上記近似値 β' 、 I_{off}' を算出する。

$$\beta' = (I_{s3} - I_{s4}) / (I_{m3} - I_{m4}) \quad \dots (2)$$

$$I_{off}' = (I_{s3} - \beta' I_{m3}) / (1 - \beta')$$

[0083] センサセル電流 I_{s3} 、 I_{s4} は、所定ガス成分の濃度が同一のガス g を測定して得られた値なので、各センサセル電流 I_{s3} 、 I_{s4} に含まれる所定ガス起因電流 I_x は互いに等しい。また、オフセット電流 I_{off} も互いに等しい。上記式(2)の分子では、 $I_{s3} - I_{s4}$ を演算しているため、 I_x と I_{off} が消去される。同様に、図22に示すごとく、モニタセル電流 I_{m3} 、 I_{m4} に含まれるオフセット電流 I_{off} は、互いに等しい。上記式(2)の分母では、 $I_{m3} - I_{m4}$ を演算しているため、 I_{off} を消去することができる。

[0084] このように、上記式(2)を用いることにより、各電流 I_{s3} 、 I_{s4} 、 I_{m3} 、 I_{m4} に含まれるオフセット電流 I_{off} と所定ガス起因電流 I_x とを消去でき、減算値感度比 β の近似値 β' を比較的精度良く算出することができる。

[0085] 算出部11は、所定ガス成分(NO_x)の濃度を測定する際に、センサセル電流 I_s 及びモニタセル電流 I_m を測定する。そして下記式を用いて、モニタセル電流 I_m の値を、酸素起因電流 I_{so} の値に近づけるように補正する。

$$I_{m'} = \beta' (I_m - I_{off}') + I_{off}'$$

[0086] その後、算出部11は、下記式を用いて、センサセル電流 I_s からモニタセル電流 I_m の補正值 $I_{m'}$ を減算する。これにより、所定ガス起因電流 I_x の近似値 $I_{x'}$ を算出し、この近似値 $I_{x'}$ を用いて、所定ガス成分の濃度を算出する。

$$I_{x'} = I_s - I_{m'} = I_s - \{ \beta' (I_m - I_{off}') + I_{off}' \}$$

[0087] このようにすると、定期的に更新された上記近似値 β' 、 I_{off}' を用いて、所定ガス起因電流 I_x の近似値 I_x' を算出できるため、ガスセンサ10の特性が経年変化しても、ガスの濃度を正確に測定することが可能となる。

その他、実施例1と同様の構成および作用効果を有する。

符号の説明

- [0088]
- 1 ガス濃度検出装置
 - 10 ガスセンサ
 - 11 算出部
 - 12 基準ガス室
 - 2 固体電解質体
 - 3 ポンプセル
 - 4 モニタセル
 - 5 センサセル
 - 7 ガス室
 - 8 電極
 - I_m モニタセル電流
 - I_s センサセル電流
 - I_{so} 酸素起因電流
 - I_x 所定ガス起因電流
 - g ガス

請求の範囲

[請求項1] ガスに曝されるガスセンサ（10）と、該ガスセンサ（10）の出力を用いて、上記ガスに含まれる所定ガス成分の濃度を算出する算出部（11）とを備えるガス濃度検出装置（1）であって、

 上記ガスセンサ（10）は、上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（12）と、上記ガス室（7）と上記基準ガス室（12）との間に介在し酸素イオン伝導性を有する固体電解質体（2）と、該固体電解質体（2）の両面に設けられた複数の電極（8）とを備え、

 上記固体電解質体（2）と上記電極（8）とにより、上記ガス室（7）における上記ガスの酸素濃度を調整するポンプセル（3）と、上記ガス中の酸素濃度に対応した量の電流が流れるモニタセル（4）と、上記ガス中の酸素濃度に対応した量の電流と上記所定ガス成分の濃度に対応した量の電流との合計の電流が流れるセンサセル（5）とを形成してあり、

 上記算出部（11）は、上記モニタセル（4）に流れる電流であるモニタセル電流 I_m の値を、上記センサセル（5）に流れる電流であるセンサセル電流 I_s のうち酸素濃度に起因する成分である酸素起因電流 I_{so} の値に近づけるように補正し、その補正值 I_m' を上記センサセル電流 I_s から減算することにより、上記センサセル電流 I_s のうち上記所定ガス成分の濃度に起因する成分である所定ガス起因電流 I_x を求めて、上記ガス中の上記所定ガス成分の濃度を算出するよう構成されていることを特徴とするガス濃度検出装置（1）。

[請求項2] 上記算出部（11）は、上記ガスに上記所定ガス成分が含まれない状態において、上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定し、下記式（1）を用いて、上記酸素起因電流 I_{so} と上記モニタセル電流 I_m との比である感度比 α を算出し、

$$\alpha = I_{so} / I_m = I_s / I_m \quad (1)$$

上記算出部（１１）は、上記ガスに上記所定ガス成分が含まれている状態において、上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定し、下記式（２）を用いて上記所定ガス起因電流 I_x を算出して、上記所定ガス成分の濃度を求めるよう構成されていることを特徴とする請求項１に記載のガス濃度検出装置（１）。

$$I_s - \alpha I_m = I_x \quad (2)$$

[請求項３]

上記算出部（１１）は、上記ガスに上記所定ガス成分が含まれない状態において、上記ポンプセル（３）に加える電圧を変化させることにより、上記ガス室（７）における上記ガス中の酸素濃度が互いに異なる複数の状態を形成し、各々の状態において上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定して、上記感度比 α を算出するよう構成されていることを特徴とする請求項２に記載のガス濃度検出装置（１）。

[請求項４]

上記算出部（１１）は、上記ガスに上記所定ガス成分が含まれているときに、上記ポンプセル（３）に加える電圧を、上記所定ガス成分の濃度を算出するときの値よりも低くし、その状態で上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定し、下記式（３）を用いることにより、上記感度比 α の近似値 α' を算出し、

$$I_s / I_m = \alpha' \quad (3)$$

上記算出部（１１）は、上記ガス中の上記所定ガス成分の濃度を検出するときに、上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定し、下記式（４）を用いて、上記所定ガス起因電流 I_x の近似値 I_x' を算出することにより、上記所定ガス成分の濃度を近似的に求めるよう構成されていることを特徴とする請求項２又は請求項３に記載のガス濃度検出装置（１）。

$$I_s - \alpha' I_m = I_x' \quad (4)$$

[請求項５]

上記算出部（１１）は、上記ガスに上記所定ガス成分が含まれているときに、上記ポンプセル（３）に互いに値が異なる第１電圧（ V_1

）と第２電圧（ V_2 ）とを加え、上記第１電圧（ V_1 ）を加えた状態における上記モニタセル電流 I_{m1} 及び上記センサセル電流 I_{s1} を測定すると共に、上記第２電圧（ V_2 ）を加えた状態における上記モニタセル電流 I_{m2} 及び上記センサセル電流 I_{s2} を測定し、下記式（５）を用いて、上記感度比 α の近似値 α' を算出し、

$$(I_{s1} - I_{s2}) / (I_{m1} - I_{m2}) = \alpha' \quad (5)$$

上記算出部（１１）は、上記ガス中の上記所定ガス成分の濃度を検出するときに、上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定し、下記式（６）を用いて、上記所定ガス起因電流 I_x の近似値 I_x' を算出することにより、上記所定ガス成分の濃度を近似的に求めるよう構成されていることを特徴とする請求項２又は請求項３に記載のガス濃度検出装置（１）。

$$I_s - \alpha' I_m = I_x' \quad (6)$$

[請求項６]

上記算出部（１１）は、上記ガスに上記所定ガス成分が含まれているときに、上記ポンプセル（３）に加える電圧を、上記所定ガス成分の濃度を算出するときの値よりも高くし、その状態で上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定し、下記式（７）を用いることにより、上記感度比 α の近似値 α' を算出し、

$$I_s / I_m = \alpha' \quad (7)$$

上記算出部（１１）は、上記ガス中の上記所定ガス成分の濃度を検出するときに、上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定し、下記式（８）を用いて、上記所定ガス起因電流 I_x の近似値 I_x' を算出することにより、上記所定ガス成分の濃度を近似的に求めるよう構成されていることを特徴とする請求項２又は請求項３に記載のガス濃度検出装置（１）。

$$I_s - \alpha' I_m = I_x' \quad (8)$$

[請求項７]

上記算出部（１１）は、上記ガスに上記所定ガス成分が含まれない状態において、上記ポンプセル（３）に互いに値が異なる第１電圧（

V₁)と第2電圧(V₂)とを加え、上記第1電圧(V₁)を加えた状態における上記モニタセル電流I_{m1}及び上記センサセル電流I_{s1}を測定すると共に、上記第2電圧(V₂)を加えた状態における上記モニタセル電流I_{m2}及び上記センサセル電流I_{s2}を測定し、下記式(9)を用いて、上記センサセル電流I_sから、酸素および上記所定ガス成分の有無に関わらず流れる成分であるオフセット電流I_{off}を減算した値I_s - I_{off}と、上記モニタセル電流I_mから上記オフセット電流I_{off}を減算した値I_m - I_{off}との比である減算値感度比βを算出すると共に、下記式(10)を用いて上記オフセット電流I_{off}を算出し、

$$\beta = (I_{s1} - I_{s2}) / (I_{m1} - I_{m2}) \quad (9)$$

$$I_{off} = (I_{s1} - \beta I_{m1}) / (1 - \beta) \quad (10)$$

上記算出部(11)は、上記ガス中の上記所定ガス成分の濃度を検出するときに、上記センサセル電流I_sと上記モニタセル電流I_mとを測定し、下記式(11)を用いて上記所定ガス起因電流I_xを算出して、上記所定ガス成分の濃度を求めるよう構成されていることを特徴とする請求項1に記載のガス濃度検出装置(1)。

$$I_x = I_s - \{\beta (I_m - I_{off}) + I_{off}\} \quad (11)$$

[請求項8]

上記算出部(11)は、上記ガスに上記所定ガス成分が含まれているときに、上記ポンプセル(3)に互いに値が異なる第3電圧(V₃)と第4電圧(V₄)とを加え、上記第3電圧(V₃)を加えた状態における上記モニタセル電流I_{m3}及び上記センサセル電流I_{s3}を測定すると共に、上記第4電圧(V₄)を加えた状態における上記モニタセル電流I_{m4}及び上記センサセル電流I_{s4}を測定し、下記式(12)を用いて、上記減算値感度比βの近似値β'を算出すると共に、下記式(13)を用いて、上記オフセット電流I_{off}の近似値I_{off'}を算出し、

$$\beta' = (I_{s3} - I_{s4}) / (I_{m3} - I_{m4}) \quad (12)$$

$$I_{off}' = (I_{s3} - \beta' I_{m3}) / (1 - \beta') \quad (13)$$

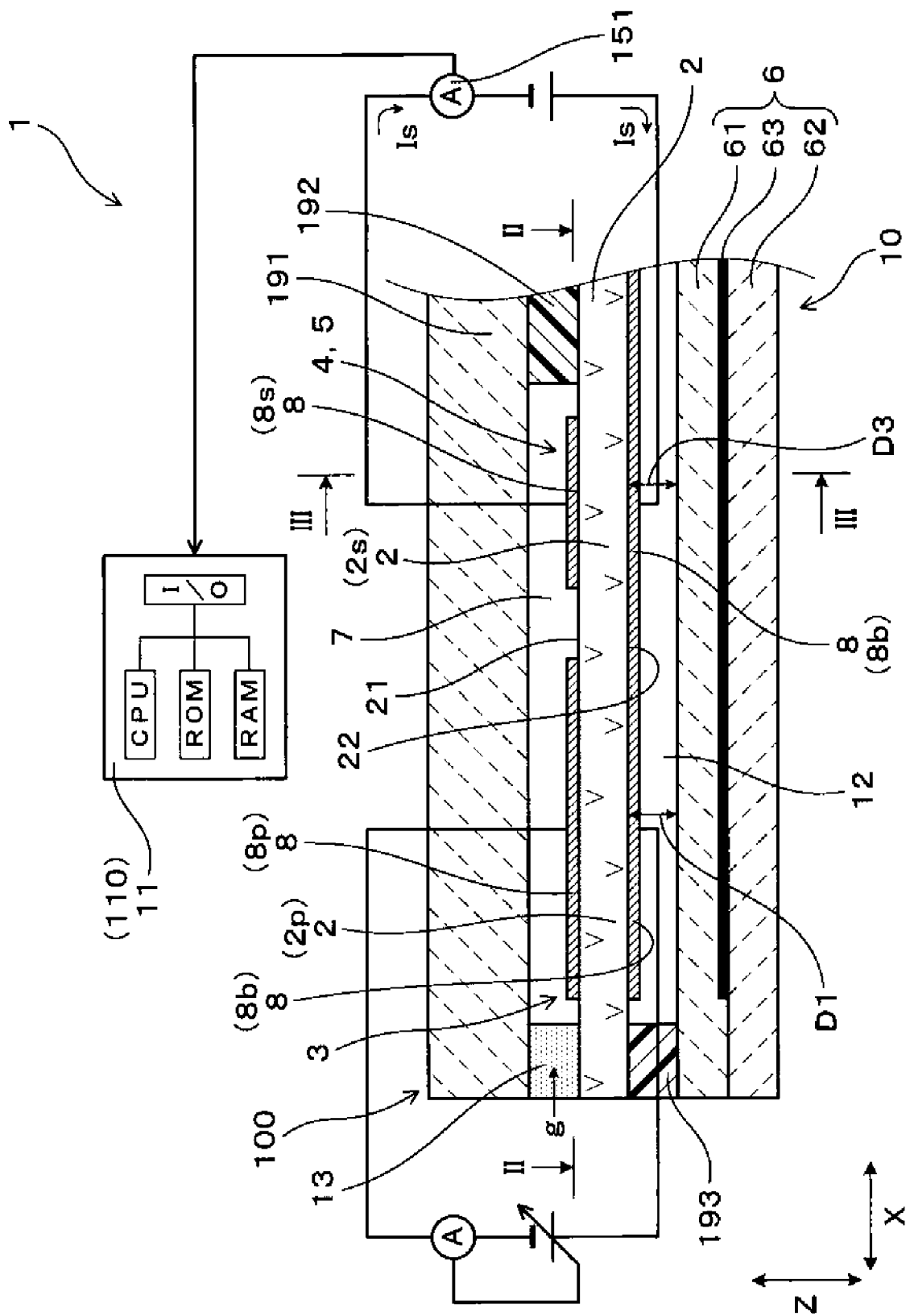
上記算出部（１１）は、上記ガス中の上記所定ガス成分の濃度を検出するときに、上記センサセル電流 I_s と上記モニタセル電流 I_m とを測定し、下記式（１４）を用いて、上記所定ガス起因電流 I_x の近似値 I_x' を算出することにより、上記所定ガス成分の濃度を近似的に求めるよう構成されていることを特徴とする請求項７に記載のガス濃度検出装置（１）。

$$I_x' = I_s - \{ \beta' (I_m - I_{off}') + I_{off}' \} \quad (14)$$

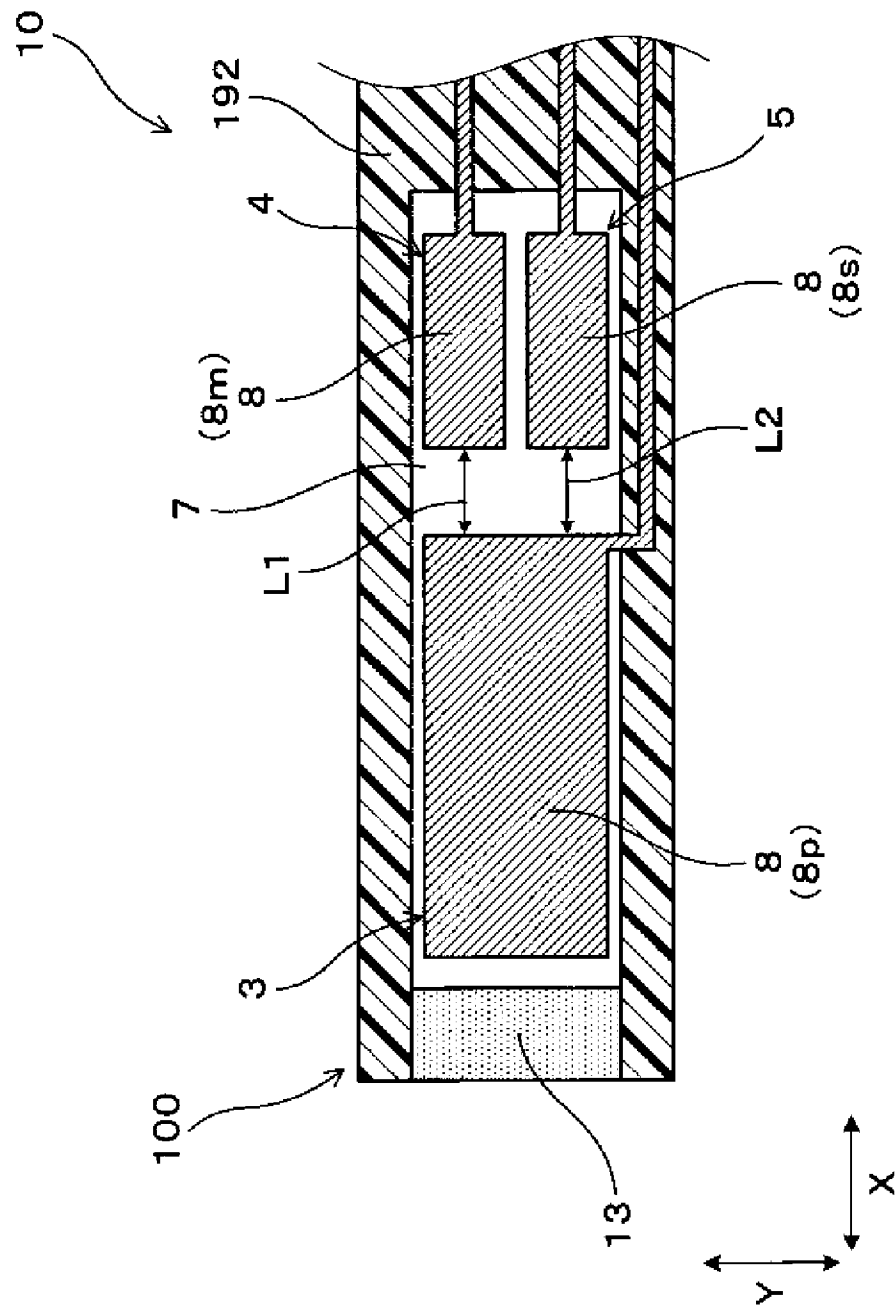
[請求項９] 上記ガス室（７）は、上記ポンプセル（３）を形成した側から、上記モニタセル（４）及び上記センサセル（５）を形成した側にわたって、上記固体電解質体（２）の厚さ方向における間隔が一定であると共に、上記ガスの流れ方向と上記厚さ方向との双方に直交する幅方向における間隔が一定であり、一体的に形成されていることを特徴とする請求項１～請求項８のいずれか１項に記載のガス濃度検出装置（１）。

[請求項１０] 上記ポンプセル（３）と上記モニタセル（４）と上記センサセル（５）とは、１つの上記固体電解質体（２）を共有していることを特徴とする請求項１～請求項９のいずれか１項に記載のガス濃度検出装置（１）。

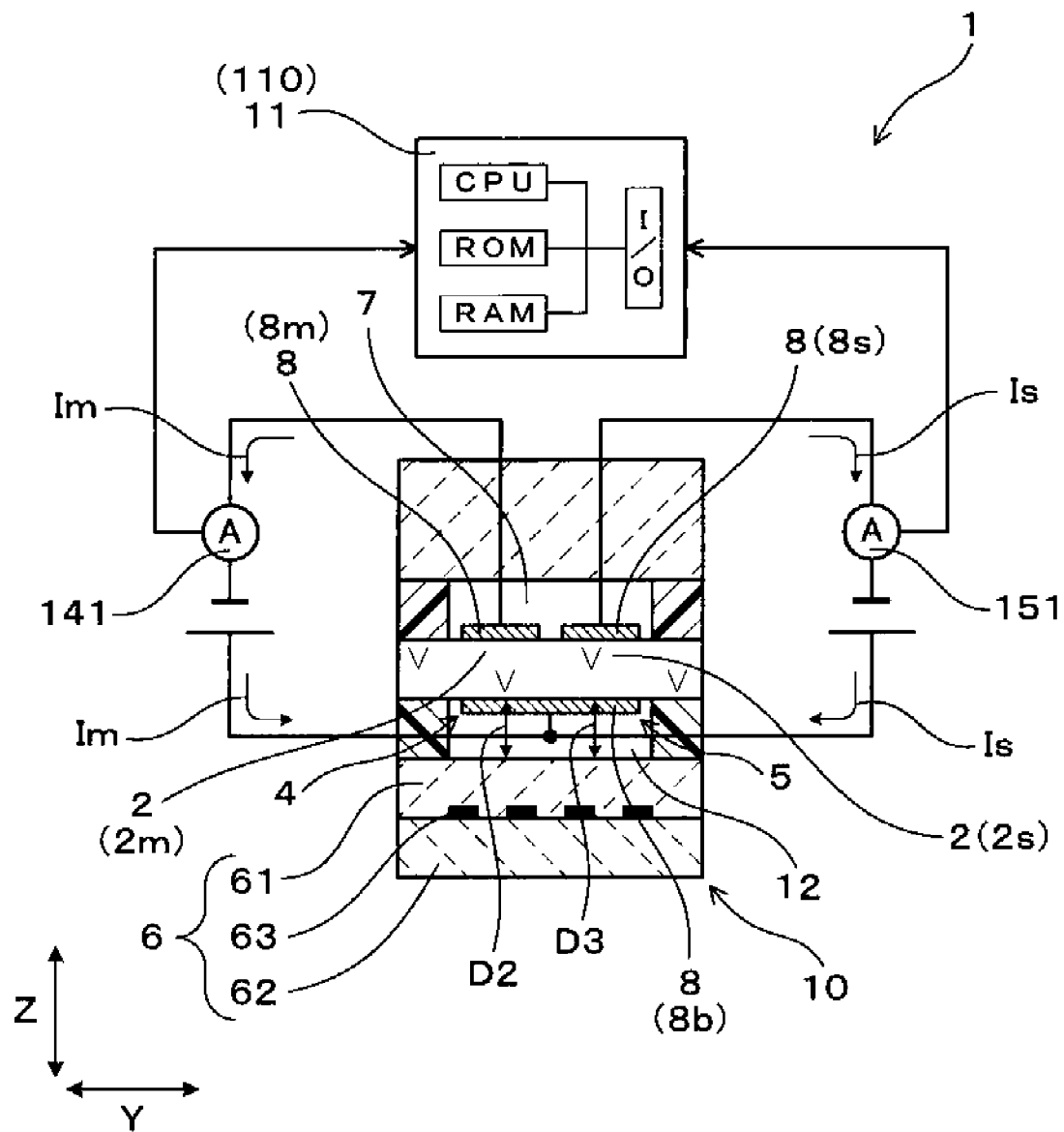
[図1]



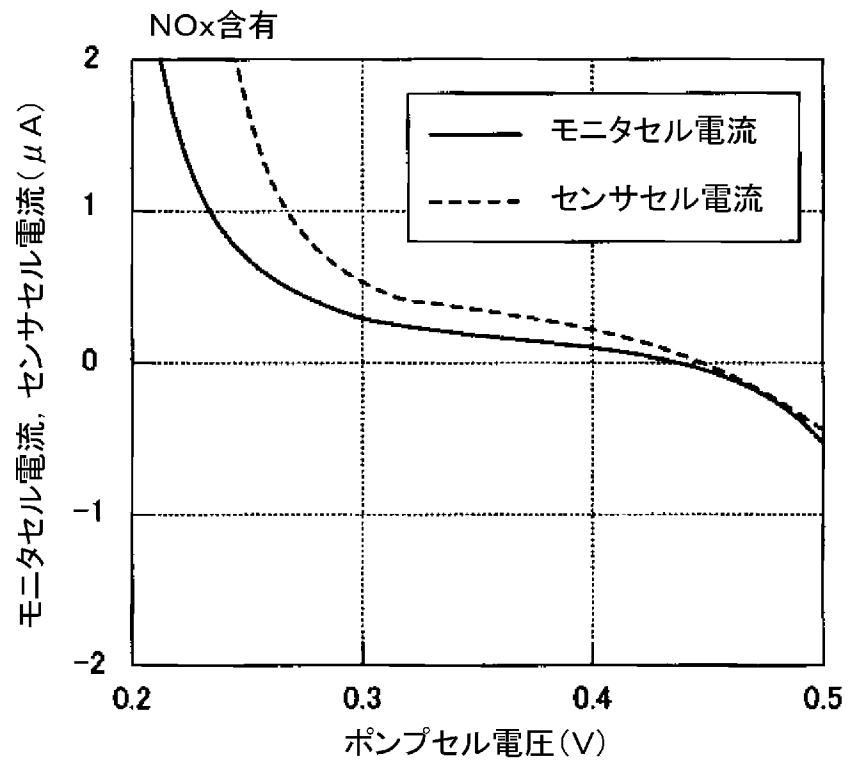
[図2]



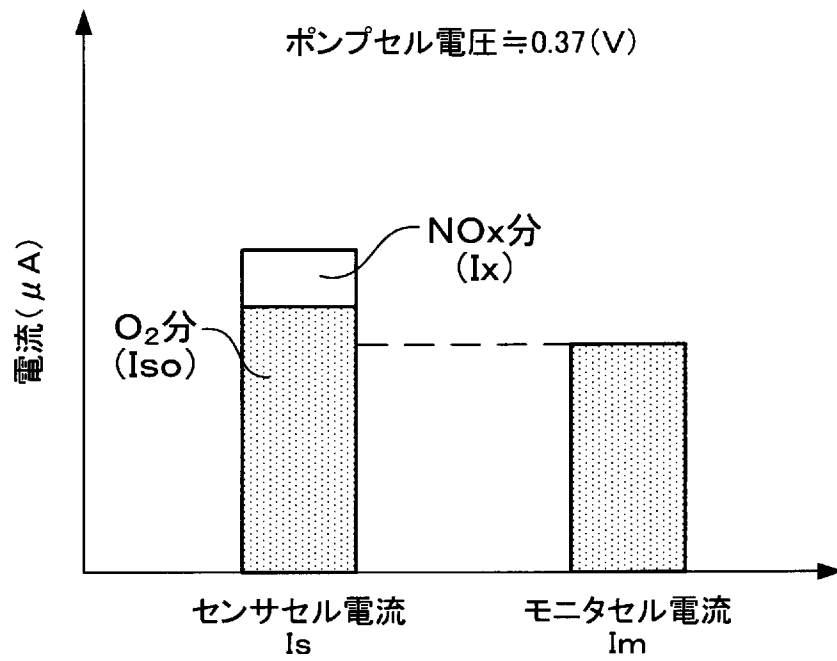
[図3]



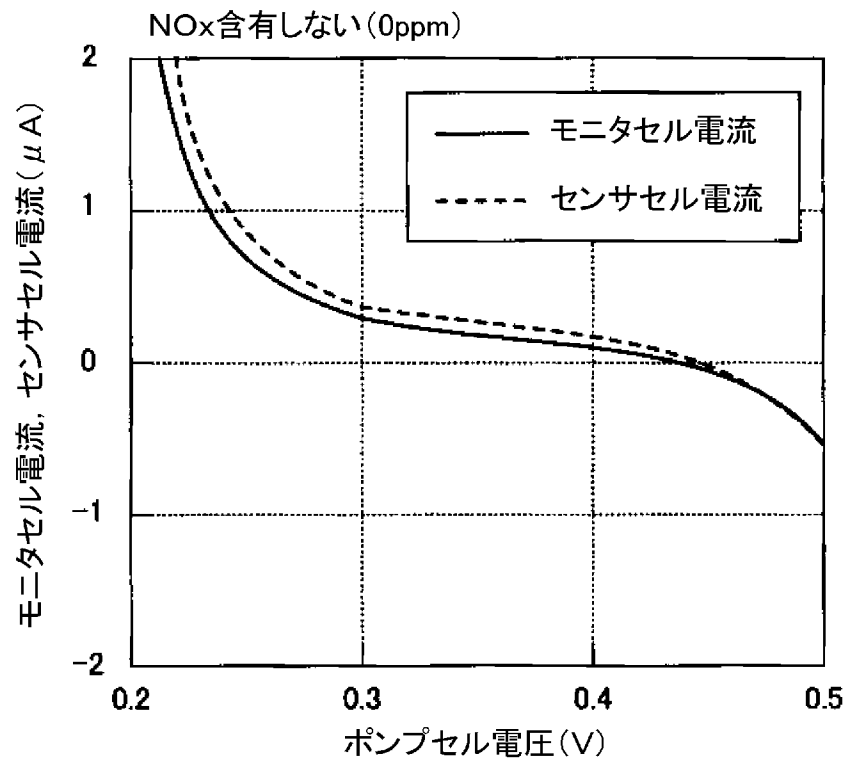
[図5]



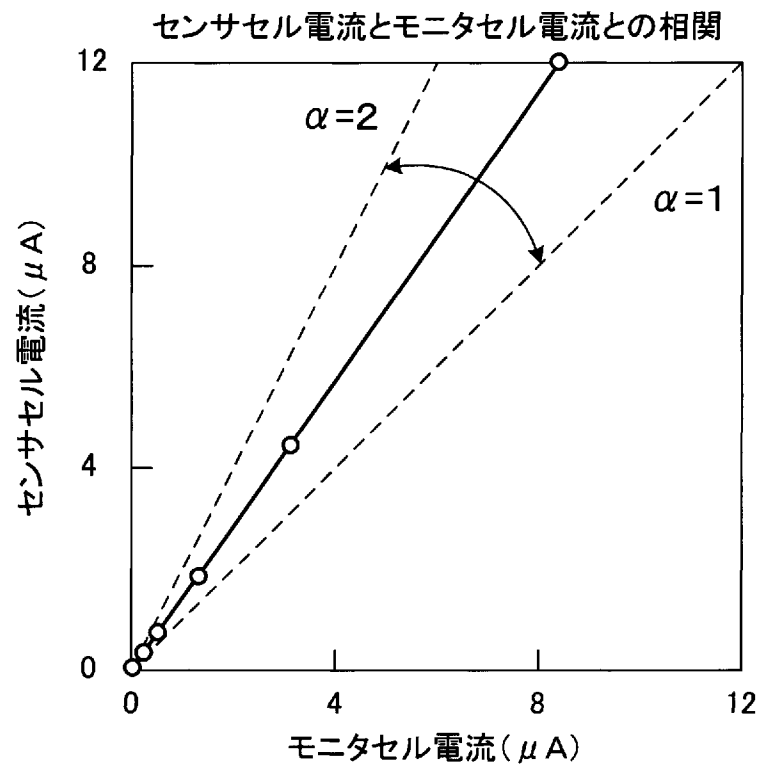
[図6]



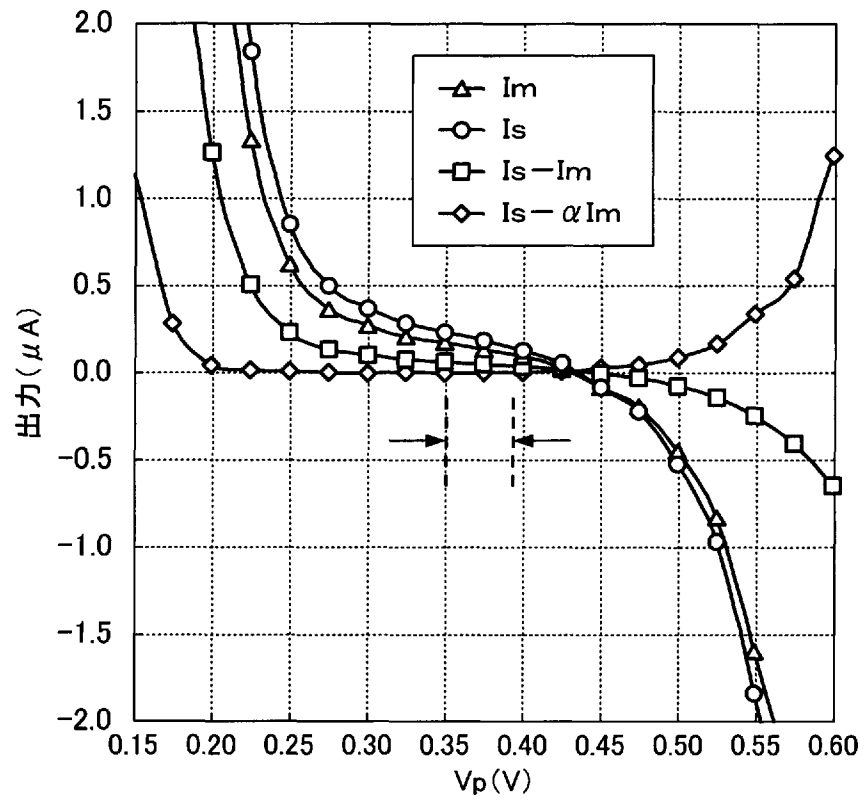
[図7]



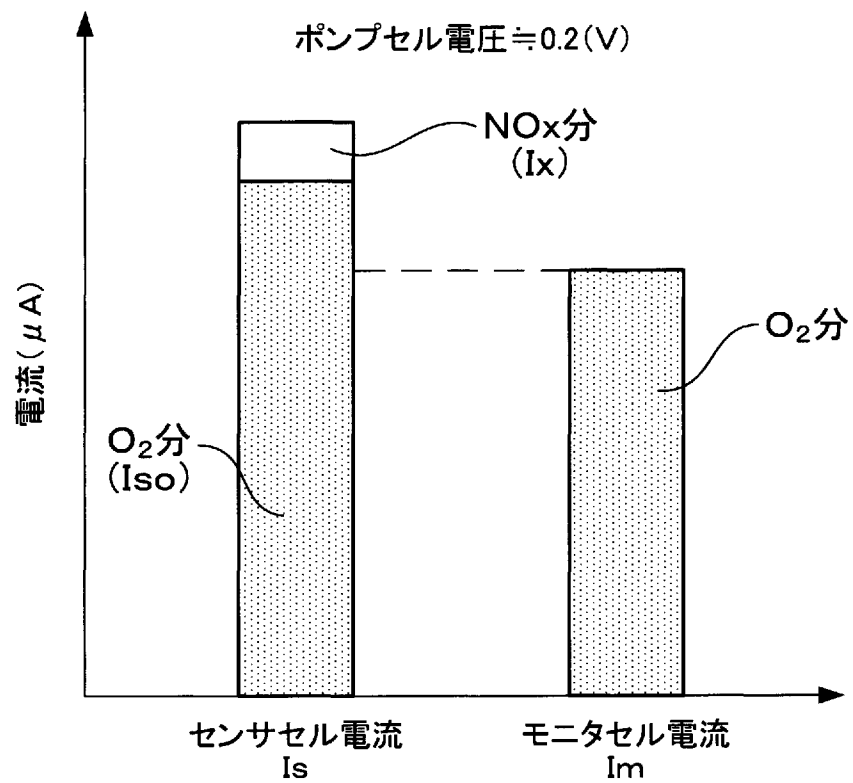
[図8]



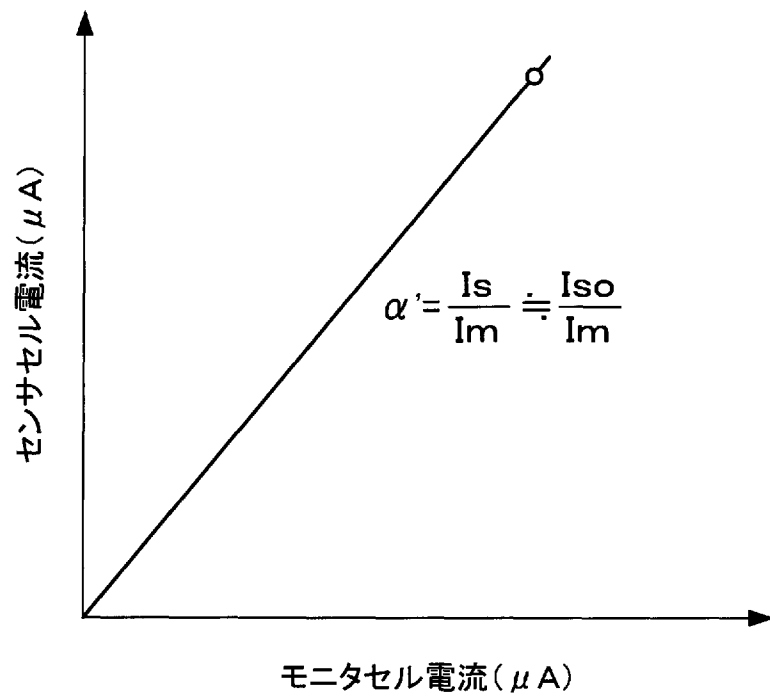
[図9]



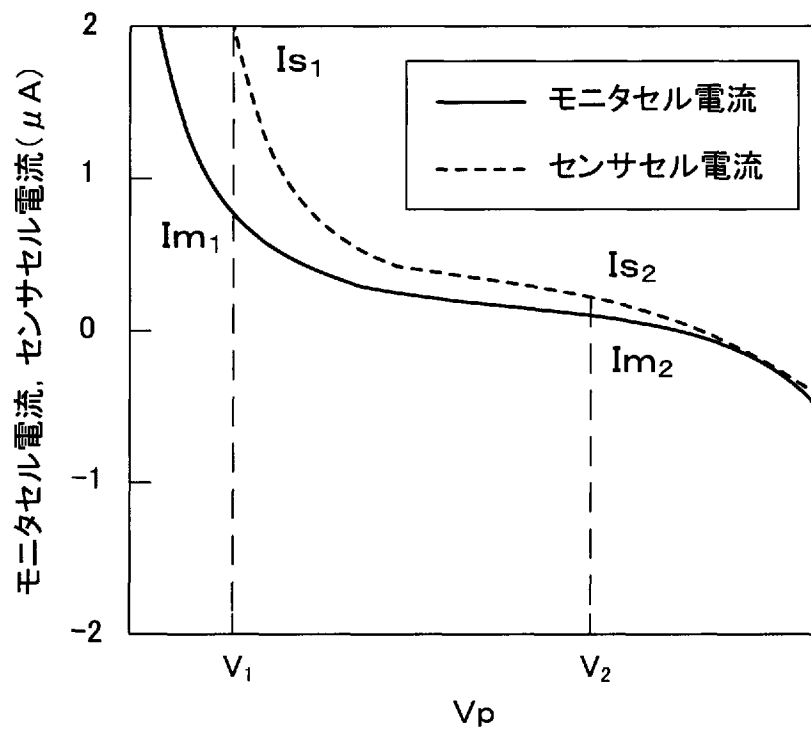
[図10]



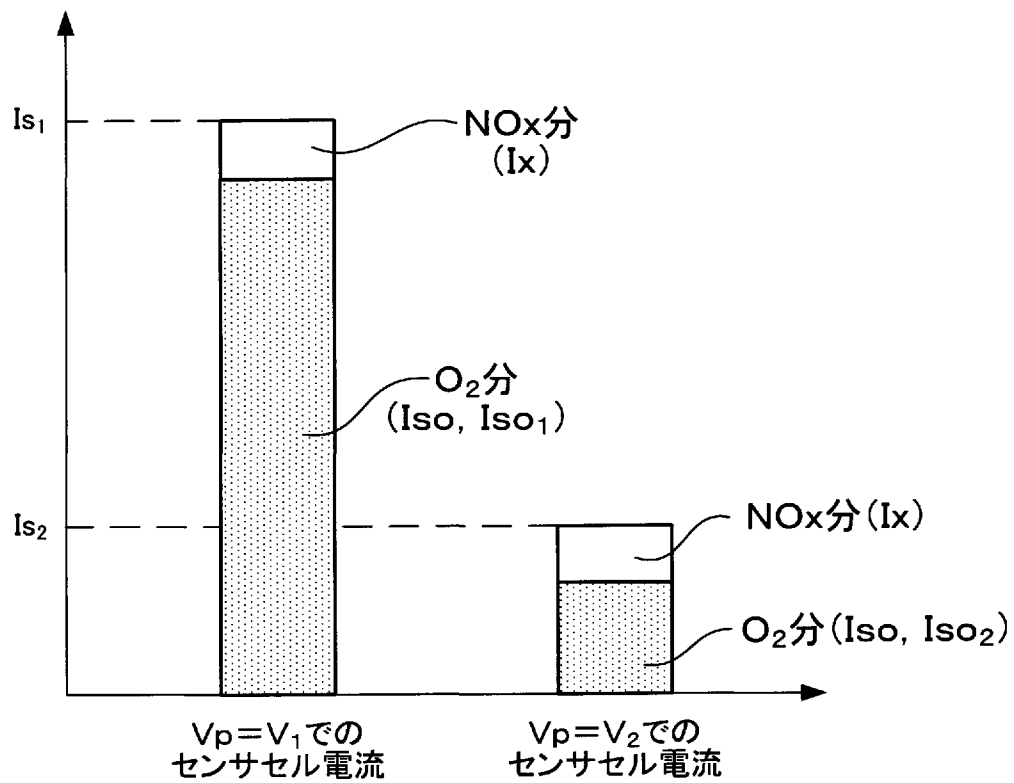
[図11]



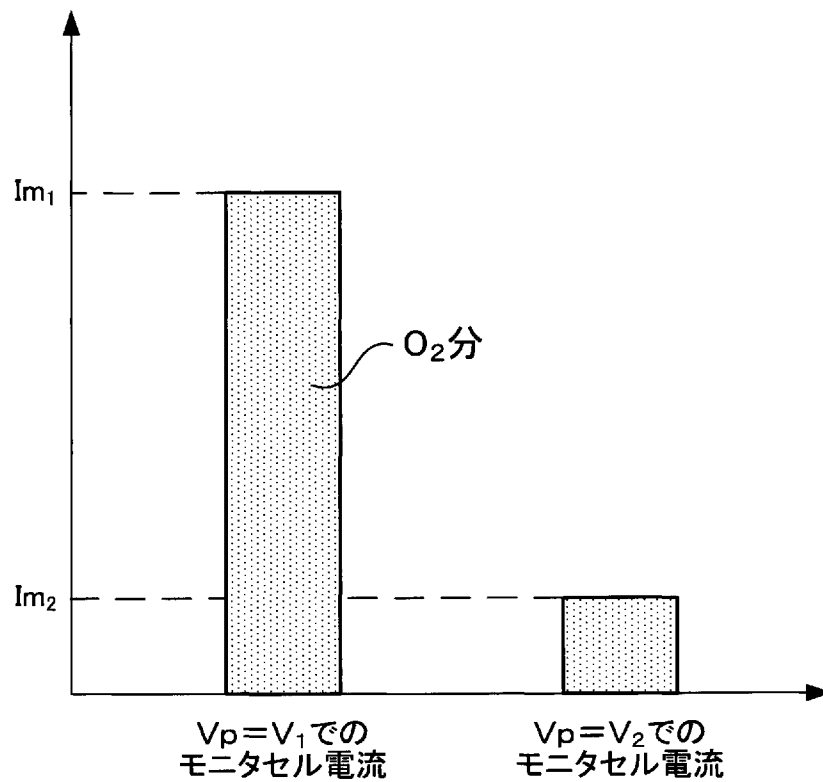
[図12]



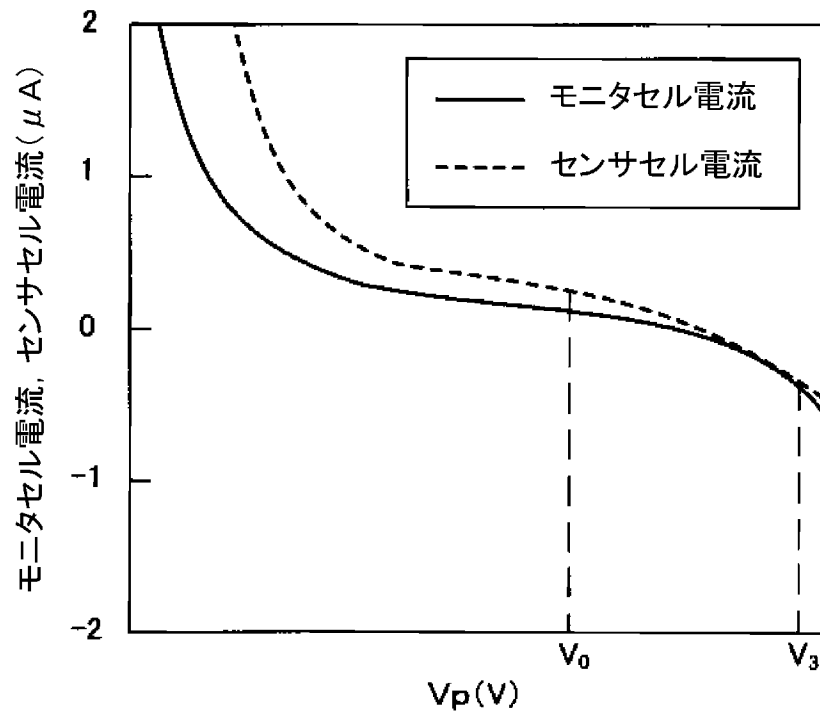
[図13]



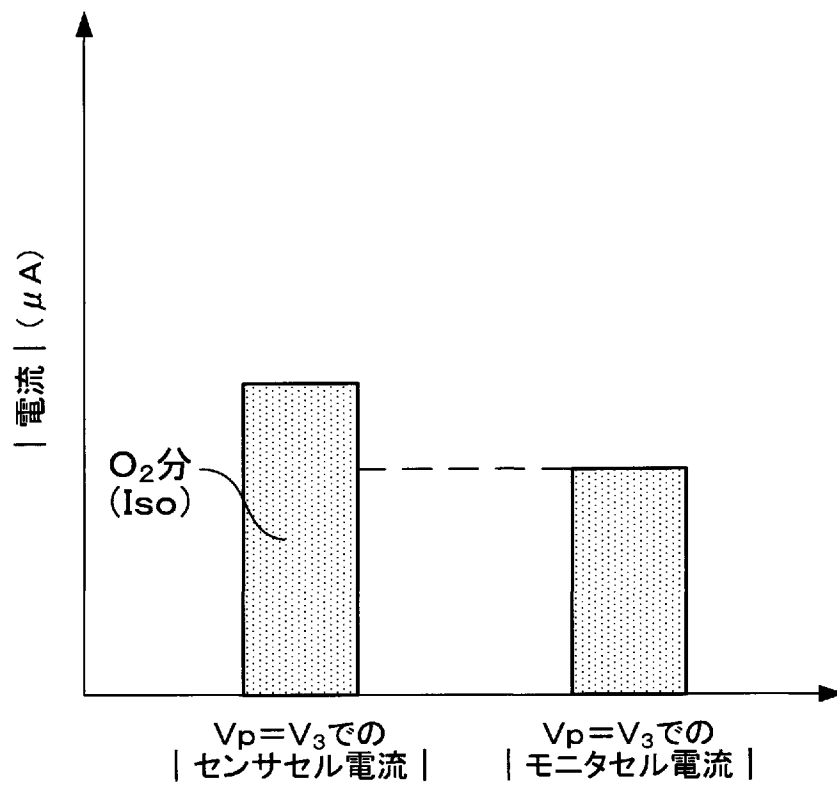
[図14]



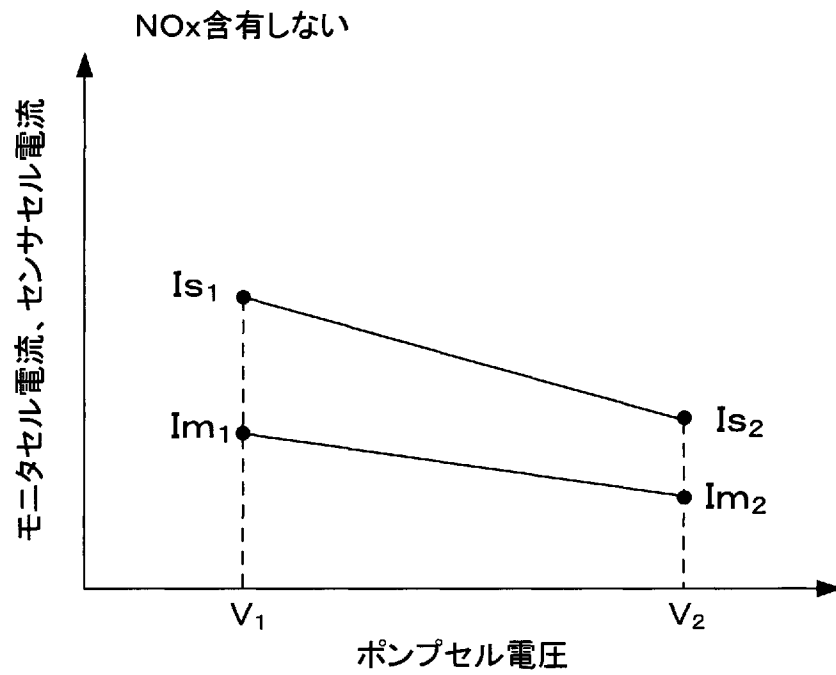
[図15]



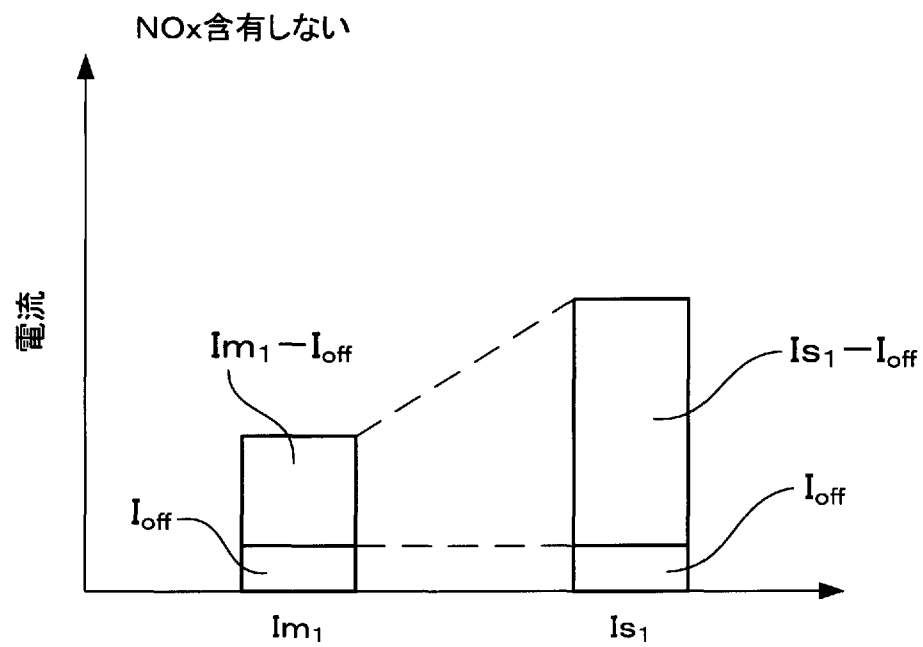
[図16]



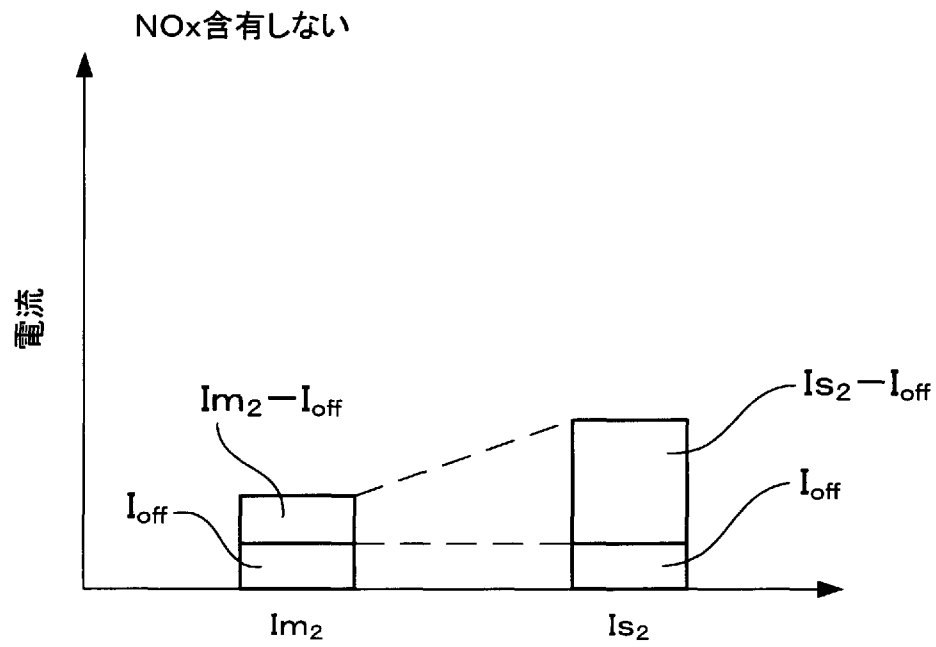
[図17]



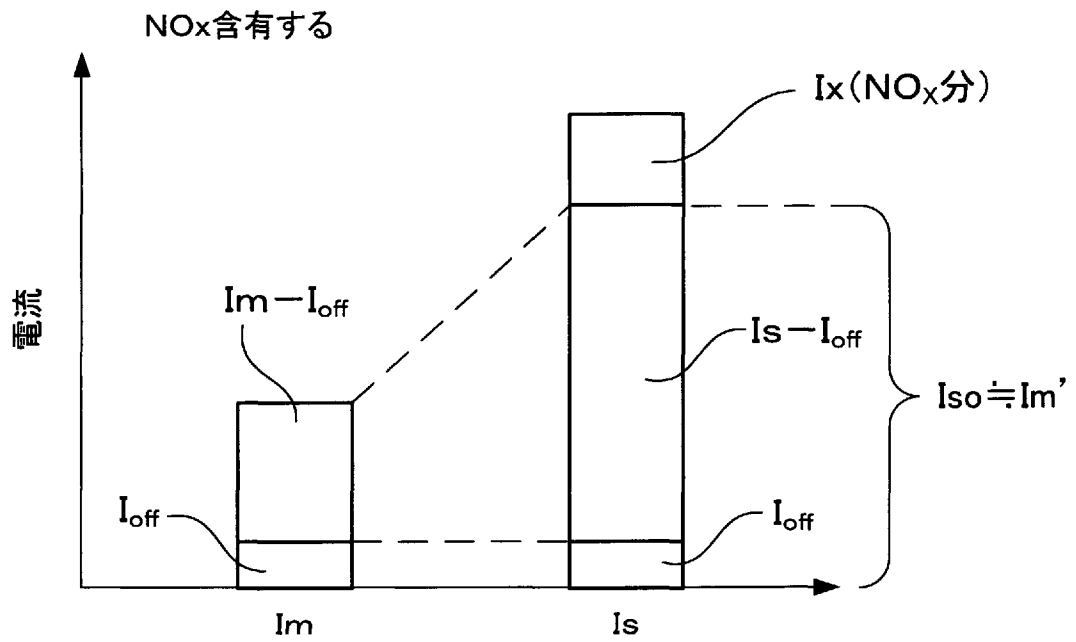
[図18]



[図19]

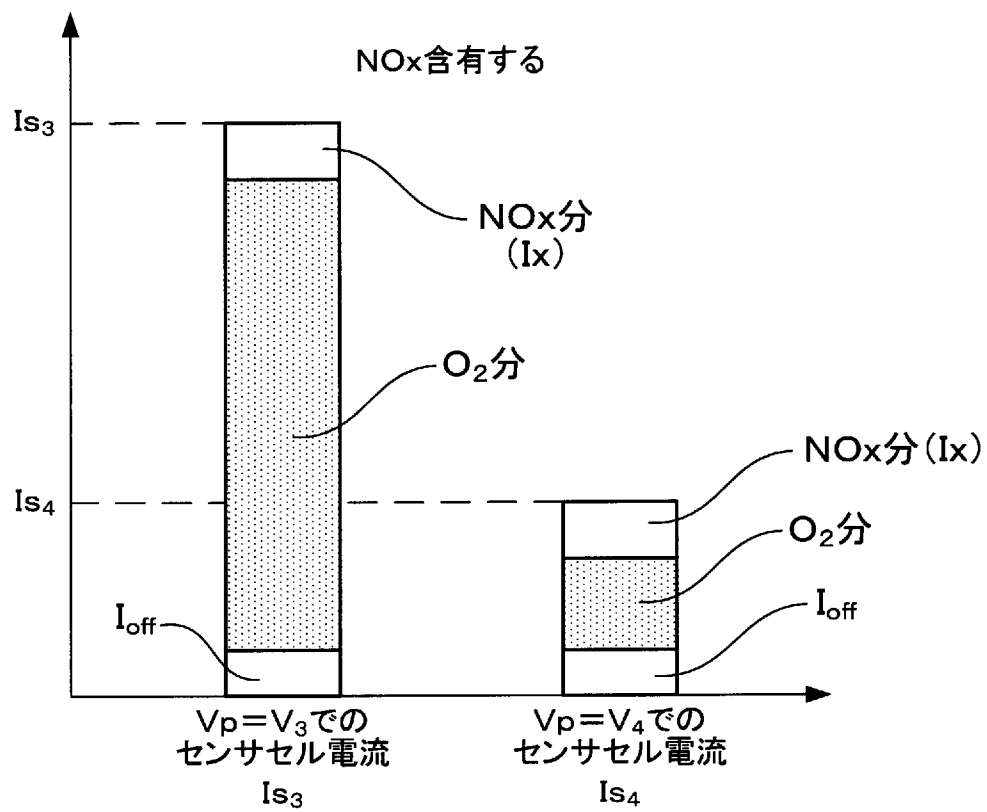


[図20]

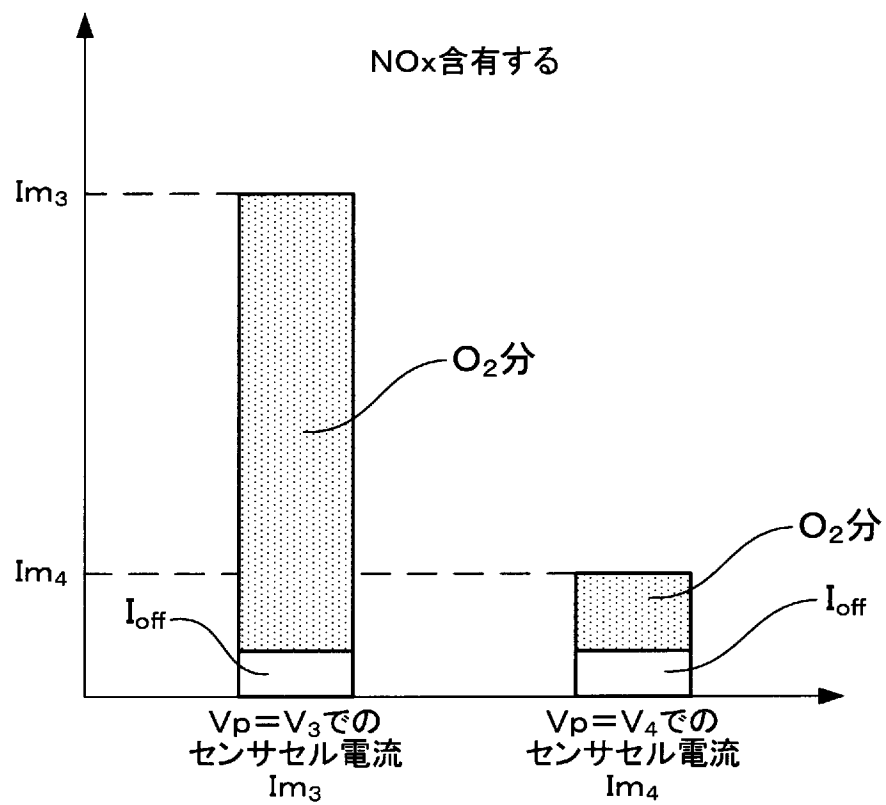


[図21]

13/13



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/26(2006.01)i, G01N27/416(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N27/26, G01N27/41, G01N27/416

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-108788 A (Denso Corp.), 08 April 2004 (08.04.2004), paragraphs [0047] to [0049]; fig. 1 & US 2004/0050695 A1 & DE 10342270 A1	1-3, 9-10 4-8
Y A	JP 2000-321238 A (Riken Corp.), 24 November 2000 (24.11.2000), paragraphs [0028] to [0030], [0040]; fig. 7, 11 & US 6551497 B1 & EP 862056 A1 & WO 1998/012550 A1 & DE 69735302 T2	1-3, 9-10 4-8
Y A	JP 10-206363 A (Shimadzu Corp.), 07 August 1998 (07.08.1998), entire text; all drawings (Family: none)	2-3 4-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 October, 2014 (31.10.14)

Date of mailing of the international search report
11 November, 2014 (11.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072719

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-148358 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 01 August 2013 (01.08.2013), paragraph [0062] & US 2013/0180854 A1 & DE 102013200647 A1	3
Y A	JP 2009-244048 A (NGK Insulators, Ltd.), 22 October 2009 (22.10.2009), abstract; paragraphs [0088] to [0089], [0102] to [0113] & US 2009/0242427 A1 & EP 2107368 A2	3 5, 7-8
Y A	JP 63-63964 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 22 March 1988 (22.03.1988), entire text; all drawings (Family: none)	3 5, 7-8
Y	JP 2011-58834 A (Denso Corp.), 24 March 2011 (24.03.2011), abstract; fig. 1 to 3 (Family: none)	9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N27/26(2006.01)i, G01N27/416(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N27/26, G01N27/41, G01N27/416

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2004-108788 A（株式会社デンソー） 2004.04.08, 【0047】 - 【0049】, 図 1 & US 2004/0050695 A1 & DE 10342270 A1	1-3, 9-10 4-8
Y A	JP 2000-321238 A（株式会社リケン） 2000.11.24, 【0028】 - 【0030】, 【0040】, 図 7, 11 & US 6551497 B1 & EP 862056 A1 & WO 1998/012550 A1 & DE 69735302 T2	1-3, 9-10 4-8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 1 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

榎本 研太郎

2 J

4 4 1 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 10-206363 A (株式会社島津製作所) 1998.08.07, 全文全図 (ファミリーなし)	2-3 4-8
Y	JP 2013-148358 A (日本特殊陶業株式会社) 2013.08.01, 【0062】 & US 2013/0180854 A1 & DE 102013200647 A1	3
Y A	JP 2009-244048 A (日本碍子株式会社) 2009.10.22, 【要約】, 【0088】 - 【0089】, 【0102】 - 【0113】 & US 2009/0242427 A1 & EP 2107368 A2	3 5, 7-8
Y A	JP 63-63964 A (日産自動車株式会社) 1988.03.22, 全文全図 (ファミリーなし)	3 5, 7-8
Y	JP 2011-58834 A (株式会社デンソー) 2011.03.24, 【要約】, 図 1-3 (ファミリーなし)	9