

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5240432号
(P5240432)

(45) 発行日 平成25年7月17日 (2013. 7. 17)

(24) 登録日 平成25年4月12日 (2013. 4. 12)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 27/416 (2006. 01) GO 1 N 27/46 3 7 1 G
GO 1 N 27/409 (2006. 01) GO 1 N 27/58 B

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-88030 (P2008-88030)	(73) 特許権者	504145342
(22) 出願日	平成20年3月28日 (2008. 3. 28)		国立大学法人九州大学
(65) 公開番号	特開2009-243942 (P2009-243942A)		福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号
(43) 公開日	平成21年10月22日 (2009. 10. 22)	(73) 特許権者	000004064
審査請求日	平成23年3月25日 (2011. 3. 25)		日本碍子株式会社
前置審査			愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
		(74) 代理人	100088616
			弁理士 渡邊 一平
		(72) 発明者	三浦 則雄
			福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号
			国立大学法人九州大学内
		審査官	吉田 将志
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 炭化水素濃度測定用センサ素子、および炭化水素濃度測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イオン伝導性固体電解質からなる固体電解質基板と、
 前記固体電解質基板上に設けられた ZnO 含有複酸化物からなる検知極と、
 前記固体電解質基板上に設けられた Pt 参照極と、
 前記固体電解質基板の温度調節をする温度調節部と、を含み、
 前記検知極と前記参照極との電位差が、炭素数が 2 以上の CH_4 を除く総炭化水素ガスの濃度を実質的に対応することを特徴とする、
 炭素数が 2 以上の炭化水素濃度測定用センサ素子。

【請求項 2】

前記 ZnO 含有複酸化物が ZnCr_2O_4 である請求項 1 に記載の炭化水素濃度測定用センサ素子。

【請求項 3】

前記固体電解質が安定化剤としてイットリアを 3～15 mol% 添加したジルコニア固体電解質である請求項 1 または 2 に記載の炭化水素濃度測定用センサ素子。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の前記炭化水素濃度測定用センサ素子を用い、
 前記検知極及び前記 Pt 参照極が設けられた区画に被検ガスを導入し、
 前記温度調節部を用いて前記固体電解質基板の温度を 550～650℃ の範囲となるように制御し、

10

20

前記検知極と前記 P t 参照極との電極間の起電力差を測定し、

前記検知極と前記 P t 参照極との電極間の起電力差と、あらかじめ蓄積された前記検知極と前記 P t 参照極との電極間の起電力差から得られた検量線データと、を比較することにより前記被検ガス中の炭素数が 2 以上の炭化水素濃度を測定する炭化水素濃度の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検ガス中の炭化水素以外のガスに対してほとんど応答を示さず、炭化水素にはほぼ炭素数に応じて応答する炭化水素濃度測定用センサ素子、および炭化水素濃度測定方法に関する。本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子、および炭化水素濃度測定方法は、例えば内燃機関の排ガス中の炭化水素濃度を測定するために用いられ、炭素数が 2 以上の炭化水素ガス濃度を測定する炭化水素濃度測定用センサ素子、および炭化水素濃度測定方法として使用される。

10

【背景技術】

【0002】

近年、自動車等の燃焼装置から排出される有害ガスは、燃料の改良や触媒等の後処理装置の開発により、その濃度は大幅に低減しているが、未だ人体や環境に大きな影響を及ぼしている。その中でも自動車排ガス中や産業プロセス中から発生する炭化水素は、光化学スモッグやグリーンハウス効果の原因となる典型的な大気汚染物質とされている。この炭化水素を系外に排出するのを最小限に制御するために小型で安価な高性能炭化水素センサの開発が必須とされている。また、自動車排ガス制御・監視用に使用される、より高性能な車載式故障診断システム（OBD システム）の開発が進められている。

20

【0003】

このような炭化水素センサの候補として、固体電解質を主構成材料とした電気化学式センサが広く研究されており、これまでに半導体型センサや電流検出型センサ、複素インピーダンス応答型センサ、混成電位型センサがいくつか報告されている。その中の多くは、炭化水素の中でもプロピレンやメタンなどを単独で検知することを報告している。

【0004】

例えば、金属酸化物半導体に対する被測定ガス中の可燃ガス成分の吸着に基づく電気抵抗の変化を検出して、この電気抵抗変化により、可燃ガス成分の濃度を測定する金属酸化物半導体型ガスセンサも、各種検討されているが、このタイプのガスセンサにあっても、その測定値が、酸素や湿度により影響を受けたり、炭化水素以外の可燃ガス成分の影響を受け、炭化水素のみを選択的に検出し得るものではなかった。

30

【0005】

通常、自動車排ガス中や産業プロセス中から発生する有害ガスは、ある炭化水素のみで構成されていることは少なく、様々な炭素数をもった炭化水素で構成されていることが多い。このため、複数の炭化水素が共存するガスの濃度を検知することが必要となる。検知極にある種の酸化物を用いた素子が炭化水素以外のガスに対してほとんど応答を示さず、炭化水素にはほぼ炭素数に応じて応答する炭化水素濃度測定用センサ素子が必要とされていた。

40

【0006】

また、米国特許第 4 1 5 8 1 6 6 号明細書には、酸素イオン伝導性固体電解質と一対の電極とを含んで構成される電気化学的酸素ポンプセルを用いて、被測定ガス中の可燃ガス成分を燃焼せしめ、その際の該ポンプセルに流れる電流を検出して、可燃ガス成分濃度を測定するセンサが明らかにされている。

【0007】

【特許文献 1】米国特許第 4 1 5 8 1 6 6 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0008】

しかし、特許文献1に記載の可燃ガス成分測定センサは、酸素の存在に大きく影響されるものであって、そこで対象とされる可燃性ガス雰囲気は、可燃物又は燃料成分が酸素よりも多い雰囲気を意味するものであるとされているように、酸素が可燃ガス成分と同程度の量が多く被測定ガス中に存在すると、可燃ガス成分は、ポンプセルのポンピングによる酸素供給がなくても、被測定ガス中の酸素と酸化反応を惹起し、このため、ポンプ電流値が大きく変化し、可燃ガス成分の正確な測定が困難であった。

【0009】

また、炭化水素濃度測定用センサ素子は、自動車排ガス触媒のオンボード監視システムにおいて必要とされてきている。この場合、高速応答、小型、安価であることが求められ、さらに、厳しい環境下で高温でも作動する性能が求められていた。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、炭素数が2以上の炭化水素ガスに対して感度が大きく、選択性が高く、小型化が可能な炭化水素濃度測定用センサ素子、および炭化水素濃度測定方法を提供することを目的とする。

【0011】

即ち、本発明によれば、以下の炭化水素濃度測定用センサ素子、および炭化水素濃度測定方法が提供される。

【0012】

20

[1] イオン伝導性固体電解質からなる固体電解質基板と、前記固体電解質基板上に設けられたZnO含有複酸化物からなる検知極と、前記固体電解質基板上に設けられたPt参照極と、前記固体電解質基板の温度調節をする温度調節部と、を含み、前記検知極と前記参照極との電位差が、炭素数が2以上のCH₄を除く総炭化水素ガスの濃度に実質的に対応することを特徴とする、炭素数が2以上の炭化水素濃度測定用センサ素子。

【0013】

[2] 前記ZnO含有複酸化物がZnCr₂O₄である前記[1]に記載の炭化水素濃度測定用センサ素子。

【0014】

[3] 前記固体電解質が安定化剤としてイットリアを3～15mol%添加したジルコニア固体電解質である前記[1]または[2]に記載の炭化水素濃度測定用センサ素子。

30

【0015】

[4] 前記[1]～[3]のいずれかに記載の前記炭化水素濃度測定用センサ素子を用い、前記検知極及び前記Pt参照極が設けられた区画に被検ガスを導入し、前記温度調節部を用いて前記固体電解質基板の温度を550～650℃の範囲となるように制御し、前記検知極と前記Pt参照極との電極間の起電力差を測定し、前記検知極と前記Pt参照極との電極間の起電力差と、あらかじめ蓄積された前記検知極と前記Pt参照極との電極間の起電力差から得られた検量線データと、を比較することにより前記被検ガス中の炭素数が2以上の炭化水素濃度を測定する炭化水素濃度の測定方法。

【発明の効果】

40

【0016】

本発明によれば、炭化水素ガスに対して感度が大きく、選択性が高く、小型化が可能な炭化水素濃度測定用センサ素子、および炭化水素濃度測定方法を提供することを目的とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。本発明は、以下の実施形態に限定されるものではなく、発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、変更、修正、改良を加え得るものである。

【0018】

50

本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子の基本的な構成の一例を図 1 A、1 B および図 2 A、2 B に示す。図 2 A は図 1 A の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 の X-X' 断面図を示す。図 2 B は図 1 A の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 の Y-Y' 断面図を示す。本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 は、図 1 A、1 B および図 2 A、2 B に示すように、イオン伝導性固体電解質からなる固体電解質基板 1 2 と、固体電解質基板 1 2 上に設けられた ZnO 含有複酸化物 1 3 からなる検知極 1 8 と、固体電解質基板 1 2 上に設けられた Pt 参照極 1 5 (参照極 1 9) と、固体電解質基板の温度調節をする温度調節部 4 3 と、を含むように構成される。

【0019】

また、本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 においては、図 2 A に示すように、検知極 1 8 は、Pt 検知極リード 1 7 により電氣的に接続した ZnO 含有複酸化物 1 3 と、を含むように構成することが好ましい。

10

【0020】

本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 においては、検知極 1 8 を構成する ZnO 含有複酸化物 1 3 は、 ZnCr_2O_4 であることが好ましい。

【0021】

また、本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 においては、固体電解質基板 1 2 は安定化剤としてイットリアを 3-15 mol % 添加したジルコニアからなることが好ましい。

【0022】

20

また、本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 においては、固体電解質基板 1 2 の形状は問わず、その表面に検知極 1 8 と、参照極 1 9 とが形成され、検知極 1 8 と、参照極 1 9 とを被検ガス (排ガス) に曝して用いられることが好ましい。

【0023】

また、本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 を用いて炭化水素濃度測定装置 (図示しない) を構成することができる。この場合、被検ガスを素子部分に導入する検知区画 (図示しない) と、その検知区画に設けられた上述の本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子 1 1 と、検知極 1 8 と Pt 参照極 1 9 との電極間の起電力差と、あらかじめ蓄積された検量線データとを比較することにより被検ガス中の炭化水素濃度を測定する演算部と、を含む炭化水素濃度測定装置を構成することができる。

30

【0024】

上述した本発明の炭化水素濃度センサ素子 1 1 を用いて炭化水素濃度を測定する方法においては、炭化水素濃度センサ素子 1 1 が設けられた区画 (検知区画) に被検ガスを導入し、温度調節部 4 3 を用いて固体電解質基板 1 2 の温度を 550~650℃ の範囲となるように制御し、検知極 1 8 と Pt 参照極 1 9 との電極間の起電力差を測定し、検知極 1 8 と Pt 参照極 1 9 との電極間の起電力差と、あらかじめ蓄積された検知極 1 8 と Pt 参照極 1 9 との電極間の起電力差から得られた検量線データとを比較することにより被検ガス中の炭化水素濃度を測定することができる。

【0025】

本発明の炭化水素ガスセンサ素子について推定されるメカニズムを以下に記す。(1) 参照極 (Pt 参照極) 中では CO、 H_2 、 CH_4 以外の炭化水素ガスも酸化し、3 相界面では平衡電位を示す。 CH_4 は 3 相界面においても反応せず、電位に影響しない。

40

【0026】

(2) 従って、CO、 H_2 、 CH_4 以外の炭化水素の燃焼に対して十分高い酸素濃度ならば、参照極ではほぼ元の酸素濃度に対応する電位を示す。

【0027】

(3) 検知極 (ZnO 含有複酸化物の層) では CO、 H_2 は酸化するが、その他の炭化水素ガスは酸化しない。その 3 相界面では酸素濃度に対応する電位と炭化水素の燃焼との混成電位を示す (推定)。

【0028】

50

(4) 従って、 CO 、 H_2 、 CH_4 以外の炭化水素の燃焼に対して十分高い酸素濃度ならば、参照極ではほぼ元の酸素濃度に対応する電位と、 CH_4 以外の炭化水素ガスの燃焼との混成電位を示す（推定）。

【0029】

(5) 検知極および参照極の電位差は CH_4 以外の炭化水素ガスの濃度に従う。

【0030】

(6) 後述する実験結果から、酸素濃度に依存しない。

【実施例】

【0031】

以下、本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0032】

本発明の炭化水素濃度測定用センサ素子の基本的な構成として平板状のセンサ素子の一例を図1A、1Bおよび図2A、2Bに示す。図2Aは図1の炭化水素濃度測定用センサ素子11のX-X'断面図を示す。図2Bは図1の炭化水素濃度測定用センサ素子11のY-Y'断面図を示す。本発明の実施形態の炭化水素濃度測定用センサ素子11は、安定化剤としてイットリアを8mol%添加したジルコニアからなり、寸法が縦50mm×横10mm×厚さ5mmである固体電解質基板12の上に、ZnO含有複酸化物13で構成される検知極18とPt参照極15（参照極19）を設け、固体電解質基板12内部に温度調節をするための温度調節部43を形成した。温度調節部43は、図1Bに示すように、ヒーター46およびヒーターリード45とで構成した。

【0033】

具体的にはヒーター46を埋め込んだ固体電解質基板12の表面に、Ptペーストを検知極リード17、参照極リード41及び参照極19、として塗布し、さらに検知極18用のZnO複酸化物粉末を塗布し、温度1100℃大気圧下で2時間焼成して得られた。

【0034】

本発明の実施の形態として上述の平板状の炭化水素濃度測定用センサ素子11の構成の他、円筒状の固体電解質を用いて以下に示す実施例1の構成の炭化水素濃度測定用センサ素子31について説明する。また、実施例1、実施例2の炭化水素濃度測定用センサ素子31、および以下に示す各比較例のセンサ素子を用いて具体的な特性について実験を行った。

【0035】

（実施例1）

本発明の実施例1の炭化水素濃度測定用センサ素子31を模式的に図3および図4に示す。図4は図3の炭化水素濃度測定用センサ素子31の模式的断面図である。本発明の実施形態の炭化水素濃度測定用センサ素子31は、固体電解質基板32として市販のYSZ管（8mol%、 Y_2O_3 doped、NKT製、内径5mm、外径8mm、長さ300mm）を使用し、固体電解質基板32の外側表面に ZnCr_2O_4 ペースト（検知極38）とPtペースト（参照極39）を帯状に塗布した。その後、管状炉を用いて、大気雰囲気下、1100℃で2時間焼成することにより、それぞれの検知極38（SE）、参照極39（RE）を形成して炭化水素ガス測定用センサ素子31とした。参照極リード41、検知極リード44にはPt線を用いた。

【0036】

（実施例2）

検知極を ZnMoO_4 とした以外は実施例1と同じ構成で実施例2の炭化水素濃度測定用センサ素子を作成し、実施例1と同じ条件で測定を行った。

【0037】

（比較例1）

検知極を ZnFe_2O_4 とした以外は実施例1と同じ構成で比較例1の炭化水素濃度測定用センサ素子を作成し、実施例1と同じ条件で測定を行った。

【0038】

(比較例2)

検知極を $ZnWO_4$ とした以外は実施例1と同じ構成で比較例2の炭化水素濃度測定用センサ素子を作成し、実施例1と同じ条件で測定を行った。

【0039】

(比較例3)

検知極を ZnO とした以外は実施例1と同じ構成で比較例3の炭化水素濃度測定用センサ素子を作成し、実施例1と同じ条件で測定を行った。

【0040】

実施例1、2および比較例1～3のセンサ素子を、センサ素子に埋め込んだヒーターに代わる外部加熱のため電気炉が備え付けられたセンサ特性評価装置(SSH-7、桜木理化学機械株式会社)に設置し、サンプルガスを流入させたときの検知極、参照極間の電位差をエレクトロメーター(R8240、アドバンテスト製)で測定した。ガス流速は $100\text{ cm}^3/\text{min}$ とし、主に加湿合成空気雰囲気下(+5 vol. % H_2O)で行った。

【0041】

図5に、 600°C における種々のガス(100 ppm 、乾燥空気希釈)に対する感度を測定し、比較して示した。この場合、感度比は、 $100\text{ ppm } C_3H_6$ に対する起電力差を基準(100%)として示している。図5より、 $ZnMoO_4$ または $ZnCr_2O_4$ を検知極に用いた素子が、 C_3H_6 に対して比較的良好な選択性を示すことがわかる。ただし、 $ZnMoO_4$ を用いた素子の 90% 応答は5分以上とかなり遅く、排ガス用センサとして用いるには更なる改良の余地がある。そこで、選択性と応答速度ともに良好であった実施例1の $ZnCr_2O_4$ を、 C_3H_6 に対する最適な検知極材料として選んだ。

【0042】

以下に実施例1の構成の炭化水素濃度測定用センサ素子31について、更に詳細な検討を重ねるべく、様々な特性について実験を行った結果をグラフを交えて記述する。

【0043】

実施例1の炭化水素濃度測定用素子31について、 O_2 : 21 vol. %、 H_2O : 5 vol. %共存下で、作動温度: $500\sim 700^\circ\text{C}$ まで 50°C 毎に種々の被検ガス(C_3H_6 、 CH_4 、 NO_2 、 NH_3 、 NO 、 CO 、各濃度: 100 ppm)に対する応答感度を確認し、結果を図9に示す。その結果、選択性、応答感度の両方を考慮すると、作動温度 500°C での結果が最適だが、そのときの回復速度が約60秒と遅い。また 700°C 以上では十分な感度が得られなかった。このため、 500°C よりも応答・回復速度が早く、選択性、応答感度も満足な結果が得られる作動温度 550°C を最適温度とする。

【0044】

図6には、 550°C において加湿合成空気から種々の被検ガス(100 ppm)に切り替えた時の起電力応答曲線のグラフを示す。これより、 NO_2 には若干の応答を示しているが、自動車排ガス中に存在する可能性がある他の種々のガス(CO 、 NO 、 NH_3 、 CH_4)にはほとんど応答せず、 C_3H_6 だけに大きく応答し、しかも 90% 応答時間も10秒程度と短いことがわかる。また、 NO_2 に対する感度も C_3H_6 の約 $1/6$ と小さいため、本素子は C_3H_6 に対して高感度、選択的かつ速い応答を示すといえる。

【0045】

また、同作動条件下で、種々の濃度の C_3H_6 に対する応答を測定したところ、図7に示すように速い応答速度を示し、図8に示すように $10\sim 400\text{ ppm}$ の範囲において Δemf は C_3H_6 濃度の対数にほぼ比例することがわかった。

【0046】

図10は、実施例1の炭化水素濃度測定用素子31を用いて、5 vol. % H_2O 共存下、作動温度: 550°C において、酸素濃度を $2\sim 21\text{ vol. \%}$ の範囲で変化させ、その際の濃度 100 ppm の C_3H_6 に対する起電力差 $\Delta emf = [C_3H_6\text{の}emf\text{値}] - [\text{ベース(Air)の}emf\text{値}]$ を測定した結果を示すグラフである。その結果、酸素濃度によらず起電力差 Δemf の値が変化しないため、広い酸素濃度範囲で利用できるこ

10

20

30

40

50

とがわかる。

【0047】

図11は、実施例1の炭化水素濃度測定用素子31を用いて、作動温度：550℃、21vol.%O₂での水蒸気濃度を1.35vol.%～10.80vol.%の範囲で変化させたときのベースのemf値と100ppmC₃H₆のemf値の測定を行った結果を示すグラフである。どちらともにほとんど変化しなかった。この結果から排ガス中の水蒸気濃度に対する応答特性の変動がほとんどないことがわかった。

【0048】

図12は、実施例1の炭化水素濃度測定用素子31を用いて、21vol.%O₂、5vol.%H₂O共存下、作動温度：550℃において、CO₂濃度を20vol.%まで5vol.%ずつ変化させ、その際の起電力値を測定した結果を示すグラフである。その結果、Airの起電力値と100ppmC₃H₆の起電力値ともにほとんど変化しなかった。この結果から排ガス中の二酸化炭素濃度に対する応答特性の変動がほとんどないことがわかった。

【0049】

図13は、実施例1の炭化水素濃度測定用素子31を用いて、C₃H₆以外の炭化水素、8種類に対しても応答感度の測定を行った結果を示すグラフである。その結果、炭素数が大きくなればなるほど、応答感度が大きくなる傾向を示した。また、一般に不飽和炭化水素のほうが大きな感度が得られるといわれるが、同じ炭素数の中で飽和、不飽和炭化水素といった結合の違いにもほとんど影響がなかった。さらに、図14示すように測定した炭素数2～4の範囲で、炭素数と応答感度に良好な直線関係が得られた。ここで、CH₄が直線に乗っていない理由として、検知極の複酸化物と固体電解質(YSZ)の界面での電気化学反応がほとんど起こっていないために応答が検出されないのではと推測している。

【0050】

図15は、実施例1の炭化水素濃度測定用素子31を用いて、21vol.%O₂、5vol.%H₂O共存下、作動温度：550℃において、1-C₄H₈、C₃H₆、C₂H₆の3種類の炭化水素ガスを1:1:1、2:1:1、1:2:1、1:1:2の濃度比となるように調製し、混合ガスをセンサ素子に流入させた際の検知極、参照極間の電位差をエレクトロメーターにより測定した結果を示すグラフである。得られた起電力値(Δemf)をトータル炭化水素濃度(ppmC)に対してプロットした結果、比較的良好な直線性が得られた。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明によれば、炭化水素に対して感度が大きく、選択性が高く、小型化が可能で、耐熱性及び耐久性が高い炭化水素濃度測定用センサ素子、および炭化水素濃度測定方法を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1A】本発明の実施の形態の炭化水素濃度測定用センサ素子の表側の概観図である。

【図1B】本発明の実施の形態の炭化水素濃度測定用センサ素子の裏側の概観図である。

【図2A】図1に示す本発明の実施の形態の炭化水素濃度測定用センサ素子の模式的なX-X'断面図である。

【図2B】図1に示す本発明の実施の形態の炭化水素濃度測定用センサ素子の模式的なY-Y'断面図である。

【図3】本発明の他の実施の形態の炭化水素濃度測定用センサ素子の模式的側面図である。

【図4】図3に示す本発明の他の実施の形態の炭化水素濃度測定用センサ素子の模式的断面図である。

【図5】各実施例および各比較例の炭化水素ガス測定用センサ素子における複数のガスに

10

20

30

40

50

対する選択性を示すグラフである。

【図6】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における複数のガスに対する起電力応答曲線を示すグラフである。

【図7】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における C_3H_6 の濃度変化に対する応答特性を示すグラフである。

【図8】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における種々の濃度の C_3H_6 に対する応答特性を示すグラフである。

【図9】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における複数のガスに対する温度による応答特性を示すグラフである。

【図10】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における C_3H_6 に対する酸素濃度による応答特性を示すグラフである。

10

【図11】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における C_3H_6 に対する水蒸気濃度による応答特性を示すグラフである。

【図12】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における C_3H_6 に対する二酸化炭素濃度による応答特性を示すグラフである。

【図13】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における種々の炭素数に対する応答特性を示すグラフである。

【図14】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における炭化水素の炭素数に対する応答特性を示すグラフである。

【図15】本発明の実施形態の炭化水素ガス測定用センサ素子における種々の炭化水素のトータル炭素水素濃度に対する応答特性を示すグラフである。

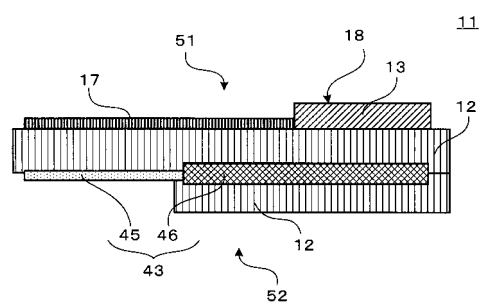
20

【符号の説明】

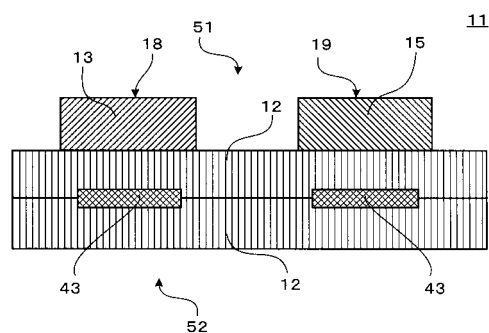
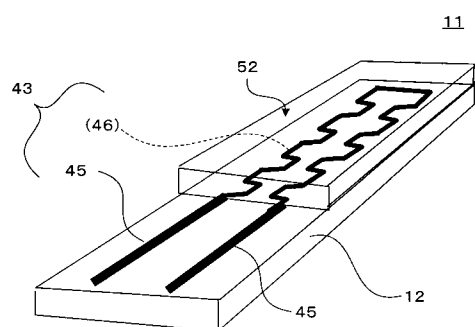
【0053】

11：炭化水素濃度測定用センサ素子、12：固定電解質基板、13：ZnO含有複酸化物、15：Pt参照極、17：Pt検知極リード、18：検知極、19：参照極、31：炭化水素濃度測定用センサ素子、32：固定電解質基板、38：検知極、39：参照極、41：参照極リード、43：温度調節部、44：検知極リード、45：ヒーターリード線、46：ヒーター、51：センサ素子表面、52：センサ素子裏面。

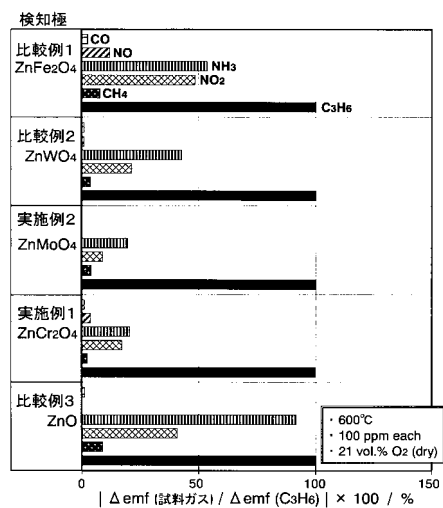
【図 2 A】



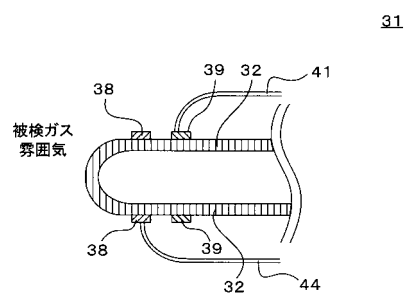
【図 2 B】



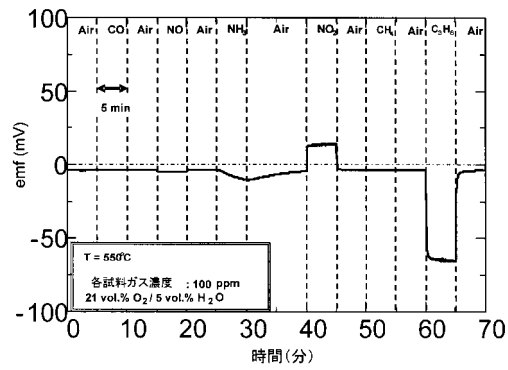
【図 5】



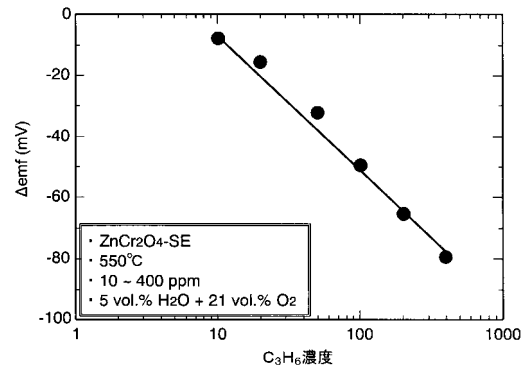
【図 4】



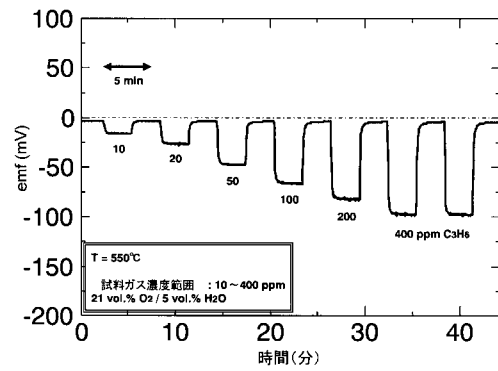
【図 6】



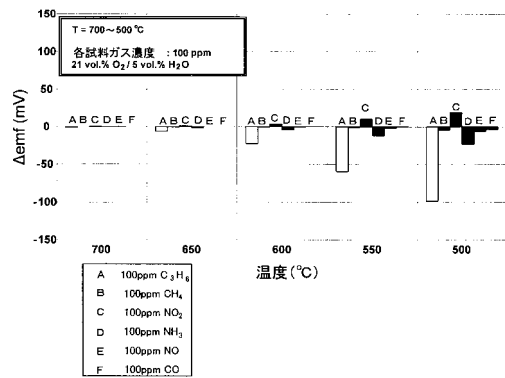
【図 8】



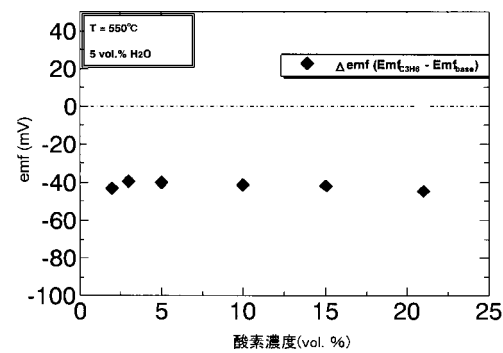
【図 7】



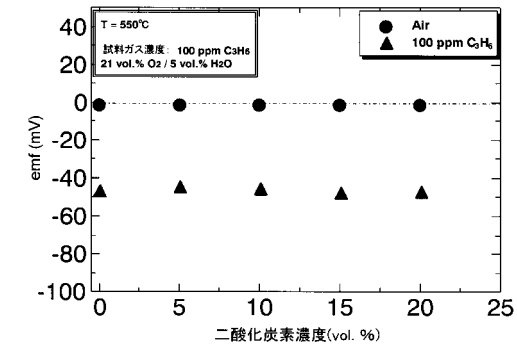
【図 9】



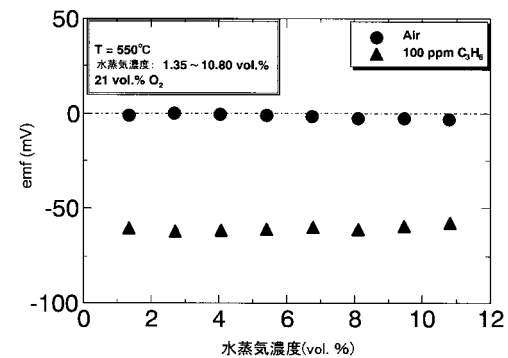
【図 10】



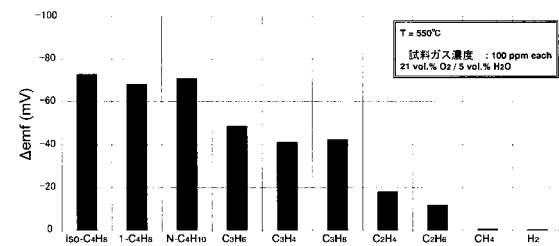
【図 12】



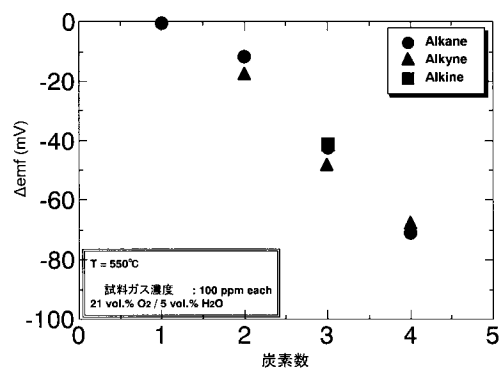
【図 11】



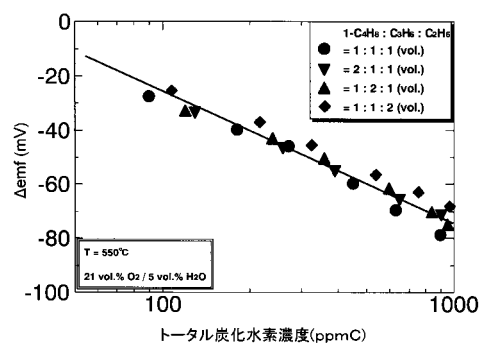
【図 13】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-008493 (JP, A)
特表2009-511879 (JP, A)
特開平10-123093 (JP, A)
特表2001-513188 (JP, A)
特表2001-502434 (JP, A)
三浦則雄, 自動車排ガス制御・監視用on board NOxセンサの開発, 研究開発プロジェクト総括研究
成果報告書, 日本, 2001年 5月
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 27/416
G01N 27/409