

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5065720号  
(P5065720)

(45) 発行日 平成24年11月7日 (2012. 11. 7)

(24) 登録日 平成24年8月17日 (2012. 8. 17)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 27/12 (2006. 01)

GO 1 N 27/12

D

GO 1 N 27/04 (2006. 01)

GO 1 N 27/12

A

GO 1 N 27/04

P

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2007-74031 (P2007-74031)  
 (22) 出願日 平成19年3月22日 (2007. 3. 22)  
 (65) 公開番号 特開2008-232884 (P2008-232884A)  
 (43) 公開日 平成20年10月2日 (2008. 10. 2)  
 審査請求日 平成22年3月11日 (2010. 3. 11)

(73) 特許権者 593122789  
 ユーテック株式会社  
 奈良県大和郡山市馬司町648番地の1  
 (74) 代理人 100089196  
 弁理士 梶 良之  
 (74) 代理人 100104226  
 弁理士 須原 誠  
 (72) 発明者 西村 太一  
 奈良県奈良市大森町21番地1 ユーテック株式会社内  
 (72) 発明者 山上 盛司  
 大阪府大阪市浪速区湊町2丁目1番7号  
 ユーテック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス検出装置及びガス検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

還元性ガスの存在に依存して電気的特性を変化させる金属酸化物半導体を感じガス体として用いたセンサ素子と、

前記センサ素子に設けられた前記感ガス体を加熱するヒータと、

前記ヒータに印加する電圧を第1の電圧値から第2の電圧値まで連続的又は段階的に上昇させた後、前記第2の電圧値から前記第1の電圧値まで低下させる電圧印加サイクルを繰り返す印加電圧制御手段と、

前記印加電圧制御手段の前記第1の電圧値から第2の電圧値まで連続的又は段階的に上昇させる電圧印加による前記ヒータの温度変化に伴う前記センサ素子の出力信号の時間的変化から前記還元性ガスのガス種を同定する同定手段とを備えており、

前記同定手段は、

前記ヒータへの電圧印加が前記第1の電圧値から前記第2の電圧値に連続的又は段階的に上昇を開始させた後に前記センサ素子の出力信号の時間的変化が最初に極値となったときの出現時刻を検知する検知手段と、

前記ヒータへの電圧印加を前記第1の電圧値から連続的又は段階的に上昇を開始させた開始時刻から前記出現時刻までの所要時間に対応した情報を、前記還元性ガスのガス種ごとに時間幅を持って予め記憶する記憶手段と、

前記検知手段が検知した前記出現時刻が前記記憶手段に記憶されたいずれのガス種に係る前記時間幅を持った所要時間に属するかによって、前記還元性ガスのガス種を特定する

10

20

特定手段とを備えていることを特徴とするガス検出装置。

【請求項 2】

前記印加電圧制御手段は、前記ヒータへの電圧印加を前記第 1 の電圧値から前記第 2 の電圧値まで連続的又は段階的に上昇させた後、前記第 2 の電圧値のまま所定時間経過させ、その後前記第 2 の電圧値から前記第 1 の電圧値まで低下させる電圧印加サイクルを繰り返すことを特徴とする請求項 1 に記載のガス検出装置。

【請求項 3】

還元性ガスの存在に依存して電気的特性を変化させる金属酸化物半導体有感ガス体として用いたセンサ素子と、

前記センサ素子に設けられた前記感ガス体を加熱するヒータと、

前記ヒータへの電圧印加を第 1 の電圧値から第 2 の電圧値まで連続的又は段階的に上昇させた後、前記第 2 の電圧値から前記第 1 の電圧値まで低下させる電圧印加サイクルを繰り返す印加電圧制御手段と、

前記印加電圧制御手段の前記第 1 の電圧値から第 2 の電圧値まで連続的又は段階的に上昇させる電圧印加による前記ヒータの温度変化に伴う前記センサ素子の出力信号の時間的变化から前記還元性ガスのガス種を同定する同定手段と、

前記還元性ガスの濃度を判定する判定手段とを備えており、

前記同定手段は、

前記ヒータへの電圧印加を前記第 1 の電圧値から前記第 2 の電圧値に連続的又は段階的に上昇を開始させた後に前記センサ素子の出力信号の時間的变化が最初に極値となったときの出現時刻を検知する検知手段と、

前記ヒータへの電圧印加を前記第 1 の電圧値から連続的又は段階的に上昇を開始させた開始時刻から前記出現時刻までの所要時間に対応した情報を、前記還元性ガスのガス種ごとに時間幅を持って予め記憶する記憶手段と、

前記検知手段が検知した前記出現時刻が前記記憶手段に記憶されたいずれのガス種に係る前記時間幅を持った所要時間に属するかによって、前記還元性ガスのガス種を特定する特定手段とを備え、

前記判定手段は、前記センサ素子の出力信号の時間的变化の前記最初の極値と、前記最初の極値の出現時刻から所定時間経過したときの前記センサ素子の出力信号の値との差に基づいて前記還元性ガスの濃度を判定することを特徴とするガス検出装置。

【請求項 4】

還元性ガスの存在に依存して電気的特性を変化させる金属酸化物半導体有感ガス体として用いたセンサ素子と、前記センサ素子に設けられた前記感ガス体を加熱するヒータとを備えたガス検出装置におけるガス検出方法であって、

前記ヒータの温度を、第 1 温度から第 2 温度まで徐々に上昇させた後、前記第 2 温度から前記第 1 温度まで低下させる温度サイクルを繰り返す温度制御ステップと、

前記ヒータの温度が前記第 1 温度から前記第 2 温度に徐々に上昇を開始した後に前記センサ素子の出力信号の時間的变化が最初に極値となったときの出現時刻を検知する検知ステップと、

検知した前記出現時刻が、前記ヒータへの電圧印加を前記第 1 の電圧値から連続的又は段階的に上昇を開始させた開始時刻から前記出現時刻までの所要時間に対応した情報を、前記還元性ガスのガス種ごとに時間幅を持って予め記憶した記憶手段に記憶されたいずれのガス種に係る前記時間幅を持った所要時間に属するかによって、前記還元性ガスのガス種を同定する同定ステップとを有することを特徴とするガス検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、還元性ガスを検出するガス検出装置及びガス検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来、金属酸化物半導体からなるセンサ素子を用いてガスを検出するガス検出装置がある。このようなガス検出装置は、ヒータを備えており、このヒータへの印加電圧を高くする期間と低くする期間とを一定周期で交互に切替えている。これにより、ヒータは高温状態と低温状態とを交互に繰り返し、高温状態で金属酸化物半導体の表面に付着した吸着ガスを取り除くクリーニングを行い、低温状態でガスの検出を行う。

#### 【0003】

この場合の検出対象となるガスに対してセンサ素子は、いずれも低温で感度ピークを持っており、例えば、酸化スズなどの金属酸化物半導体からなるセンサ素子を用いた場合、一酸化炭素に対しては約80～100 付近に感度ピークを有する。そのため、ガス検出装置は、低温側の温度を一酸化炭素に対する感度が最大となるようにヒータを制御している。

10

#### 【0004】

このようなガス検出装置として、特許文献1には、加熱可能なセンサ素子を予め定められた温度サイクルにしたがって加熱し、このセンサ素子の出力信号から得られる応答曲線から環境内において発生しているガスを検出するものがある。このガス検出装置においては、加熱電圧が5V(500 )まで連続的に増加または立ち上がり、その後、この加熱電圧が0V(室温)に減少する各種パターンの温度サイクルが繰り返される。各種の温度サイクルにおいて、センサ素子はガスの種類によって異なる応答曲線を示す。この各種の温度サイクルの1サイクルにおける応答曲線の全体的な形状と予め記憶されているガスの成分の存在を特徴的に表した変化特性値とを比較することにより、環境内において発生しているガスを検出する。

20

#### 【0005】

【特許文献1】特開昭58-189547号公報(図4)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

特許文献1に記載されたガス検出装置は、各種の温度サイクルの1サイクルにおける応答曲線の全体的な形状を得て、その全体形状からガス種を同定するものである。したがって、ガス種を同定するためには、予めガス種毎に標準の応答曲線の全体的な形状を各種の温度サイクル毎に測定して記憶させておく必要があり、また、実際の測定時には標準の応答曲線と測定結果の曲線との類似度を求める必要があり、演算処理が複雑であり、また標準の応答曲線を記憶する為にメモリ素子等の容量が増加する。

30

#### 【0007】

そこで、本発明の目的は、複雑な演算を伴うことなく、還元性ガスを検出するガス検出装置を提供することである。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

#### 【0008】

本発明のガス検出装置は、還元性ガスの存在に依存して電気的特性を変化させる金属酸化物半導体を感じガス体として用いたセンサ素子と、前記センサ素子に設けられた前記感ガス体を加熱するヒータと、前記ヒータに印加する電圧を第1の電圧値から第2の電圧値まで連続的又は段階的に上昇させた後、前記第2の電圧値から前記第1の電圧値まで低下させる電圧印加サイクルを繰り返す印加電圧制御手段と、前記印加電圧制御手段の前記第1の電圧値から第2の電圧値まで連続的又は段階的に上昇させる電圧印加による前記ヒータの温度変化に伴う前記センサ素子の出力信号の時間的变化から前記還元性ガスのガス種を同定する同定手段とを備えており、前記同定手段は、前記ヒータへの電圧印加が前記第1の電圧値から前記第2の電圧値に連続的又は段階的に上昇を開始させた後に前記センサ素子の出力信号の時間的变化が最初に極値となったときの出現時刻を検知する検知手段と、前記ヒータへの電圧印加を前記第1の電圧値から連続的又は段階的に上昇を開始させた開始時刻から前記出現時刻までの所要時間に対応した情報を、前記還元性ガスのガス種ごとに時間幅を持って予め記憶する記憶手段と、前記検知手段が検知した前記出現時刻が前記

40

50

記憶手段に記憶されたいずれのガス種に係る前記時間幅を持った所要時間に属するかによって、前記還元性ガスのガス種を特定する特定手段とを備えている。

【 0 0 0 9 】

このガス検出装置によると、センサ素子の出力信号の時間的变化が最初に極値となったときの出現時刻に基づいて、還元性ガスのガス種を同定する。そのため、1サイクルにおける応答曲線の全体的な形状と予め記憶されているガスの成分の存在を特徴的に表した変化特性値とを比較することにより還元性ガスを同定する従来の場合に比べて、複雑な演算を伴うことなく、還元性ガスのガス種を同定し、還元性ガスを検出することができる。

また、還元性ガスのガス種ごとに時間幅を持って予め記憶している所要時間に対応した情報と検知手段が検知した出現時刻に対応した情報との比較により、迅速に還元性ガスのガス種を同定することができる。

10

【 0 0 1 1 】

さらに、前記印加電圧制御手段は、前記ヒータへの電圧印加を前記第1の電圧値から前記第2の電圧値まで連続的又は段階的に上昇させた後、前記第2の電圧値のまま所定時間経過させ、その後前記第2の電圧値から前記第1の電圧値まで低下させる電圧印加サイクルを繰り返すことが好ましい。この構成によれば、第2の電圧値を印加したまま所定時間経過させることにより、センサ素子に付着した不純物を効果的に燃焼させることができる。これにより、センサ素子の感度が向上する。

【 0 0 1 2 】

加えて、前記センサ素子の出力信号の時間的变化の前記最初の極値と、前記最初の極値の出現時刻から所定時間経過したときの前記センサ素子の出力信号の値との差に基づいて前記還元性ガスの濃度を判定する判定手段をさらに備えていることが好ましい。この構成によれば、還元性ガスのガス種を同定した上で、さらに同定した還元性ガスの濃度を判定することができる。

20

【 0 0 1 3 】

本発明のガス検出方法は、還元性ガスの存在に依存して電気的特性を変化させる金属酸化物半導体有感ガス体として用いたセンサ素子と、前記センサ素子に設けられた前記感ガス体を加熱するヒータとを備えたガス検出装置におけるガス検出方法であって、前記ヒータの温度を、第1温度から第2温度まで徐々に上昇させた後、前記第2温度から前記第1温度まで低下させる温度サイクルを繰り返す温度制御ステップと、前記ヒータの温度が前記第1温度から前記第2温度に徐々に上昇を開始した後に前記センサ素子の出力信号の時間的变化が最初に極値となったときの出現時刻を検知する検知ステップと、検知した前記出現時刻が、前記ヒータへの電圧印加を前記第1の電圧値から連続的又は段階的に上昇を開始させた開始時刻から前記出現時刻までの所要時間に対応した情報を、前記還元性ガスのガス種ごとに時間幅を持って予め記憶した記憶手段に記憶されたいずれのガス種に係る前記時間幅を持った所要時間に属するかによって、前記還元性ガスのガス種を同定する同定ステップとを有する。

30

【 0 0 1 4 】

このガス検出方法によると、センサ素子の出力信号の時間的变化が最初に極値となったときの出現時刻に基づいて、還元性ガスのガス種を同定する。そのため、1サイクルにおける応答曲線の全体的な形状と予め記憶されているガスの成分の存在を特徴的に表した変化特性値とを比較することにより還元性ガスを同定する従来の場合に比べて、複雑な演算を伴うことなく、還元性ガスのガス種を同定し、還元性ガスを検出することができる。

40

また、還元性ガスのガス種ごとに時間幅を持って予め記憶している所要時間に対応した情報と検知手段が検知した出現時刻に対応した情報との比較により、迅速に還元性ガスのガス種を同定することができる。

【 0 0 1 5 】

なお、本発明における「極値」の用語は、ヒータへの印加電圧を第1の電圧値から第2の電圧値に連続的又は段階的に上昇させることにより、センサ素子の出力信号の時間的变化が、一旦上昇して最初にピークに達した後に下がり始める時点を意味し、また、ヒータ

50

への印加電圧を第1の電圧値から第2の電圧値に連続的又は段階的に上昇させることにより、センサ素子の出力信号の時間的变化が、一旦下降して最初にボトムに達した後に上がり始める時点を意味している。更に、ピークあるいはボトムに達した後の、下降あるいは上昇の程度が緩やかな場合は、ある所定期間内に所定の値以上の下降あるいは上昇がある場合の基点を「極値」の点とみなす。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る還元性ガスを検出するガス検出装置の概略構成を示すブロック図である。

10

【0017】

ガス検出装置1は、図1に示すように、還元性ガスの存在に依存して電気的特性を変化させる金属酸化物半導体を主成分とする感ガス体11及びこの感ガス体11を加熱するヒータコイル12（ヒータ）よりなるセンサ素子10、電源部14及び種々の制御を行うマイクロコンピュータを含んだ制御回路20を備えている。

【0018】

本発明の実施の形態において、感ガス体11は、還元性ガスと接触して抵抗値を変化させる金属酸化物半導体により構成し、金属酸化物半導体の一例として酸化第二スズ（ $\text{SnO}_2$ ）を主体材料として用いたエフアイエス株式会社製のガスセンサ（SB 500-12）を使用している。

20

【0019】

センサ素子10の構成について、図2を参照しつつ説明する。図2は、センサ素子10の内部構造及び駆動・測定回路の構成を示す概略図である。図2に示すように、センサ素子10は、外形形状を楕円球状に形成した感ガス体11にヒータコイル12及び電極リード線13を埋設させるとともに、ヒータコイル12の両端をヒータ電極1、3番端子とし、電極リード線13の一端である2番端子とヒータ電極の1番端子を検知電極端子として構成されている。

【0020】

この種のセンサ素子10は、大気中に還元性ガスが存在しない場合、素子表面の酸素原子が感ガス体11を構成する酸化スズ中の電子をとらえており、酸化スズ中を自由に移動できる電子の数が少ないため、感ガス体11の抵抗値は高くなっている。大気中に還元性ガスが存在する場合、ヒータコイル12で感ガス体11を加熱することにより、酸化スズ中の電子をとらえていた素子表面の酸素原子が還元性ガスと酸化反応を起こし、酸化スズ中を自由に移動できる電子の数が增加するため、感ガス体11の抵抗値は小さくなる。この感ガス体11の抵抗値変化は、センサ素子10の2番端子を負荷抵抗 $R_L$ （一例として200 $\Omega$ ）を介して電源部14の5Vの定電圧回路15に接続した構成により、1、2番端子間よりセンサ出力信号 $V_s$ として出力される。

30

【0021】

ヒータコイル12の1、3番端子間には、図1に示すヒータ電圧（温度）制御部21より所定のヒータ印加電圧が印加されるように、ヒータコイル12の通電が制御されており、このヒータコイル12への印加電圧を制御することにより感ガス体11の温度を制御している。

40

【0022】

本発明の実施の形態において、ヒータ電圧（温度）制御部21によりヒータコイル12への電圧印加が制御され、図3に示すように、0.2V（第1の電圧値）から0.9V（第2の電圧値）まで連続的に25秒の期間で上昇させた後、0.9Vのまま所定時間の5秒経過させ、その後0.9Vから0.2Vまで瞬時に低下させ、その後再び0.9Vに連続的に上昇させる電圧印加サイクルを繰り返す電圧印加制御が成される。この電圧印加サイクルにตอบสนองして、感ガス体11の温度は、80度程度から400度程度まで連続的に25秒の期間で徐々に上昇し、400度程度の温度を保った状態で所定時間の5秒経過した後

50

、80度程度に低下する1サイクル30secの温度サイクルを繰り返す。感ガス体11の温度を400度程度で所定時間経過させることにより、感ガス体11の表面に付着した不純物を燃焼させることができる。これにより、感ガス体11の感度がより向上する。

#### 【0023】

次に、上記したヒータコイル12への電圧印加サイクルに応答した、本発明の実施形態における還元性ガスのガス種に応じたセンサ素子10の出力信号Vsの変化について、図4を参照しつつ説明する。図4は、還元性ガスのガス種に応じたセンサ素子の出力信号の変化を示す図である。縦軸はセンサ素子10の出力信号Vs、横軸は時間となっており、電圧印加サイクルの1サイクル中の25秒間におけるセンサ素子10の出力信号Vsの変化を示している。このセンサ素子10の出力信号Vsは、図1における制御回路20内の後述するAD変換部30において、0.025sec間隔でサンプリングしてAD変換した値(10Vを12ビットの分解能でAD変換した値)を示している。センサ素子10の感ガス体11の抵抗値が高い場合に、センサ素子10の出力信号Vsは大きくなっている。曲線C1は大気中に還元性ガスが存在しない場合の曲線であり、曲線C2は大気中にメタン( $\text{CH}_4$ )が400ppm存在する場合の曲線であり、曲線C3は大気中に水素( $\text{H}_2$ )が400ppm存在する場合の曲線であり、曲線C4は大気中に一酸化炭素( $\text{CO}$ )が400ppm存在する場合の曲線である。

10

#### 【0024】

ヒータコイル12への電圧印加を0.2Vから0.9Vまで連続的に25秒の期間で上昇させた後、0.9Vのまま所定時間である5秒経過させ、その後0.9Vから0.2Vまで瞬時に低下させ、その後再び0.9Vに連続的に上昇させる電圧印加サイクルを繰り返す電圧印加サイクルにおいて、ヒータコイル12への電圧印加を0.2Vから0.9Vに連続的に上昇させると、センサ素子10の大気に対する出力信号Vsは、図4の曲線C1に示すように、センサ素子10を構成している金属酸化物半導体の通常の抵抗温度依存性に従って変化し、最初に急激に上昇した後、徐々に低下する。

20

#### 【0025】

また、大気中に還元性ガスが存在している場合、センサ素子10の出力信号Vsは、図4の曲線C2~C4に示すように、最初に急激に上昇した後、低下することになるが、その出力信号Vsが最初に極値になる時刻は大気中に還元性ガスが存在していない場合に比べて早くなる。また、その出力信号Vsが最初に極値になる時刻は大気中に存在する還元性ガスの種類によって異なる。それぞれの曲線C2~C4において出力信号が最初に極値になる時刻は、曲線C2は時刻t3(5.75sec)、曲線C3は時刻t2(1.75sec)、曲線C4は時刻t1(0.75sec)となっている。ここで、曲線C2については、曲線C2の下降の程度が緩やかであるため、ある所定期間(1秒間)以上連続して低下し、その低下の程度が所定の値(1%)以上の下降がある場合の基点「t3(5.75sec)」を「極値」の点とみなしている。

30

#### 【0026】

このように、センサ素子10の出力信号Vsが最初に極値になる時刻は、曲線C4<曲線C3<曲線C2の順に遅くなっている。

#### 【0027】

40

次に、同一の還元性ガスで濃度が異なる場合におけるセンサ素子10の出力信号Vsの変化について、一酸化炭素を例に図5を参照しつつ説明する。図5は、一酸化炭素ガスで濃度が異なる場合におけるセンサ素子10の出力信号Vsの変化を示す図である。縦軸及び横軸は、図4と同様となっており、1サイクルにおけるセンサ素子10の出力信号Vsの変化を示している。曲線C5は大気中に一酸化炭素が300ppm存在する場合の曲線であり、曲線C6は大気中に一酸化炭素が500ppm存在する場合の曲線であり、曲線C7は大気中に一酸化炭素が700ppm存在する場合の曲線であり、曲線C8は大気中に一酸化炭素が900ppm存在する場合の曲線であり、曲線C9は大気中に一酸化炭素が1000ppm存在する場合の曲線である。

#### 【0028】

50

ヒータコイル 12 への電圧印加を 0.2 V から 0.9 V に連続的に上昇させて、ヒータコイル 12 の温度を 80 度程度から 400 度程度に徐々に上昇させると、センサ素子 10 の出力信号  $V_s$  は、図 5 に示すように、急激に上昇して最初の極値に達して下がる。このとき、最初に極値になる時刻を  $t_5$  として、時刻  $t_5$  から所定時間 (1.5 sec) 経過したときの時刻を  $t_6$  とすると、発明者等は、時刻  $t_5$  から時刻  $t_6$  までにおけるセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$  の勾配が一酸化炭素の濃度によって異なっていることを知見した。この勾配は、曲線 C5 < 曲線 C6 < 曲線 C7 < 曲線 C8 < 曲線 C9 の順に急になっており、一酸化炭素の濃度が高い方がより急な勾配となっている。また同様に、時刻  $t_5$  から所定時間 (2.5 sec) 経過したときの時刻を  $t_7$  として、この間での勾配を確認しても、曲線 C5 < 曲線 C6 < 曲線 C7 < 曲線 C8 < 曲線 C9 の順に急になっており、一酸化炭素の濃度が高い方がより急な勾配となっている。

10

#### 【0029】

この濃度変化に対応した勾配の変化について、図 6 を参照しつつ説明する。図 6 は、前述の図 5 に示した一酸化炭素の濃度別センサ出力データに基づいた、一酸化炭素の濃度に対する勾配の変化を示す図で、縦軸はセンサ素子 10 の出力信号の勾配 (相対値変化  $V_s$ )、横軸は濃度 (ppm) となっている。図 6 に示すように、センサ素子 10 の出力信号  $V_s$  の勾配は、時刻  $t_5$  から時刻  $t_6$  までの 1.5 sec、もしくは時刻  $t_5$  から時刻  $t_7$  までの 2.5 sec のどちらの間においても、一酸化炭素の濃度が高くなるにつれて急になっており、その濃度変化に応じてセンサ素子 10 の出力信号の勾配が略線形的に変化している。

20

#### 【0030】

図 1 に戻って、ガス検出装置 1 の制御回路 20 の各種動作について説明する。制御回路 20 には、各種動作を制御するプログラムやデータなどが格納されたハードディスク、各種動作を制御する信号を生成するために各種演算を実行する CPU、CPU での演算結果などのデータを一時保管する RAM などが含まれている。

#### 【0031】

制御回路 20 は、AD 変換部 30、ヒータ電圧 (温度) 制御部 21 (印加電圧制御手段)、ガス種同定部 22 (同定手段) 及びガス濃度判定部 26 (判定手段) を有している。AD 変換部 30 は、アナログ値であるセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$  を例えば、0.025 sec 間隔でサンプリングしてデジタル値に変換 (10 V の値を 12 ビットの分解能でデジタル値に変換) して出力する。ヒータ電圧 (温度) 制御部 21 は、ヒータコイル 12 が前述した電圧印加サイクルを繰り返すように電圧印加制御する。ガス種同定部 22 は、大気中に還元性ガスが存在するか、または存在する場合にガス種が何であるかを同定する。ガス種同定部 22 は、極値出現時間記憶部 23 (記憶手段)、極値出現時刻検知部 24 (検知手段) 及びガス種特定部 25 (特定手段) を有すると共に、大気の大気存在の下でのセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$  (AD 変換値) を記憶する記憶部 (図示せず) を有している。ガス濃度判定部 26 は、ガス種同定部 22 によって、還元性ガスが同定された場合に、同定された還元性ガスの濃度を判定する。ガス濃度判定部 26 は、勾配記憶部 27、勾配検知部 28 及びガス濃度抽出部 29 を有している。

30

#### 【0032】

極値出現時間記憶部 23 は、ヒータコイル 12 への電圧印加を、0.2 V から 0.9 V まで連続的に 2.5 秒の期間で上昇させた開始時刻から最初の極値の出現時刻までの極値出現時間に対応した値を還元性ガスのガス種ごとに予め記憶している。極値出現時間記憶部 23 が記憶している還元性ガスのガス種ごとの極値出現時間に対応した値を測定する方法については後述する。極値出現時刻検知部 24 は、センサ素子 10 の出力信号  $V_s$  から最初の極値の出現時刻に対応した値を検知する。ガス種特定部 25 は、極値出現時間記憶部 23 に記憶された還元性ガスのガス種毎の極値出現時間に対応した値と、極値出現時刻検知部 24 が検知した最初の極値の出現時刻に対応した値とを比較して還元性ガスのガス種を特定する。

40

#### 【0033】

50

勾配記憶部 27 は、還元性ガスのガス種それぞれに対する極値出現時刻から所定時間経過したときまでのセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$  の勾配を、極値出現時間記憶部 23 に極値出現時間が記憶された還元性ガスのガス種それぞれに対して濃度ごとに予め記憶している。勾配記憶部 27 に予め記憶させる還元性ガスのガス種それぞれに対する濃度ごとの勾配を測定する方法については一酸化炭素を例に後述する。勾配検知部 28 は、還元性ガスのガス種それぞれに対する極値出現時刻から所定時間経過したときまでのセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$  の勾配を検知する。一酸化炭素を例にすれば、図 5 における時刻  $t_5$  (0.75 sec) から 1.5 sec 経過したときの時刻  $t_6$  までのセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$  の勾配を検知する。ガス濃度抽出部 29 は、ガス種同定部 22 によって同定された還元性ガスの濃度ごとの勾配から、勾配検知部 28 が検知した勾配に対応した還元性ガスの濃度を決定し出力する。

10

#### 【0034】

次に、極値出現時間記憶部 23 が予め記憶している還元性ガスのガス種ごとの極値出現時間に対応した値、及び、勾配記憶部 27 が予め記憶している還元性ガスの濃度ごとの勾配を測定する方法について、図 7 を参照しつつ説明する。図 7 は、記憶部に予め記憶させる大気の下でのセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$ 、極値出現時間に対応した値及び勾配を測定する測定装置の概略構成図である。

#### 【0035】

図 7 に示すように、測定装置は、環境槽 41、ガス注入部 42 及び空気注入部 43 を有している。環境槽 41 は、開閉自在な弁を介して排気口、ガス注入部 42 及び空気注入部 43 と連通している。環境槽 41 は、内部にファン 45 を備えており、注入された還元性ガスまたは空気をファン 45 によって環境槽 41 内に十分に攪拌させる。ガス注入部 42 は、ガス検出装置 1 によって検出したい還元性ガスの濃度を調整して環境槽 41 内に注入する。空気注入部 43 は、空気を環境槽 41 内に注入する。環境槽 41 内には、センサ素子 10 が設置されている。センサ素子 10 は、制御装置 46 に接続されており、環境槽 41 内に十分に攪拌された還元性ガスまたは空気によって変化した出力信号  $V_s$  を制御装置 46 に出力する。制御装置 46 は、センサ素子 10 の出力信号  $V_s$  から大気の下でのセンサ素子 10 出力変化 (センサ素子 10 を構成している金属酸化物半導体の通常の抵抗温度依存特性)、極値出現時間に対応した値及び勾配を測定する。

20

#### 【0036】

まず、空気注入部 43 から環境槽 41 内に空気を注入する。そして、ファン 45 を回して環境槽 41 内に空気を十分に攪拌させる。そして、ヒータコイル 12 への電圧印加を電圧印加サイクルに従って変化させる。このときのセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$  から空気すなわち大気におけるセンサ素子 10 を構成している金属酸化物半導体の通常の抵抗温度依存特性を制御装置 46 により測定して、記憶部に記憶させる。具体的には図 4 に示す大気に対する測定結果 C1 を 0.025 sec 間隔でサンプリングし、25 秒間 1000 点の AD 変換値を記憶する。

30

#### 【0037】

次に、ガス検出装置 1 によって検出したい還元性ガスの濃度を調整してガス注入部 42 から環境槽 41 内に注入する。そして、空気を注入した場合と同様に、ファン 45 を回して環境槽 41 内に還元性ガスを十分に攪拌させる。そして、ヒータコイル 12 への電圧印加を電圧印加サイクルに従って変化させる。このときのセンサ素子 10 の出力信号  $V_s$  からガス注入部 42 から注入した還元性ガスにおける極値出現時間に対応した値及び勾配を制御装置 46 により測定する。そして、測定が終了すると、排気口より環境槽 41 内の還元性ガスを排気し、再度、ガス検出装置 1 によって検出したい還元性ガスの濃度を調整して、センサ素子 10 の出力信号  $V_s$  からガス注入部 42 から注入した還元性ガスにおける極値出現時間に対応した値及び勾配を制御装置 46 により測定する。このようにして、ガス検出装置 1 によって検出したい還元性ガスの濃度ごとに極値出現時間に対応した値及び勾配を測定し、これらの極値出現時間に対応した値及び勾配を極値出現時間記憶部 23 及び勾配記憶部 27 に記憶させている。具体的には、例えば図 4 に示す例に従い、メタン、

40

50



水素、一酸化炭素の各ガスのセンサ出力データC2～C4より各ガスに対する極値出現時間t3(5.75sec)、t2(1.75sec)、t1(0.75sec)を測定し、各ガスに対する極値出現時間に対応した値として、極値出現時間記憶部23に「メタン180～240」、「水素50～100」、「一酸化炭素10～40」の極値の出現するX軸の値を記憶させる。また勾配記憶部27へは、例えば図5に示す例に従い、一酸化炭素の300ppm～1000ppmの各濃度に対するt5～t6の期間の勾配を測定し、図6に示すその測定結果の判定データを濃度対勾配のテーブルとして記憶させる。

#### 【0038】

ガス検出装置1の動作について、図8を参照しつつ説明する。図8は、本発明に従い、大気中に所定量以上のメタン、水素あるいは一酸化炭素ガスが存在しているか否かを判断するとともに、一酸化炭素ガスの濃度を判定するガス検出装置1の制御シーケンスを示すフローチャートである。

#### 【0039】

まず、ヒータコイル12への電圧印加を電圧印加サイクルに従って変化させてセンサ素子10の出力信号Vsを取得する(A1)。そして、空気のみ、あるいはその他のガスを含んでいるかを解析する(A2)。解析方法としては、例えば、この取得したセンサ素子10の出力信号Vsの25秒間1000点の時間的変化データと予め記憶されている大気におけるセンサ素子10の出力信号Vsの25秒間1000点の時間的変化データとのユークリッド距離を算出し、ある閾値以上の例えば図4の例では6000以上の値になれば空気以外のガスを含んでいると解析する。空気以外のガスを含んでいないと判断した場合には、センサ素子10の出力信号Vsを取得する(A1)ルーチンに戻る。

#### 【0040】

次に、この取得したセンサ素子10の出力信号Vsから極値出現時刻検知部24によって極値出現時刻に対応した値(極値が出現するX軸の値)を検知し、この極値出現時刻に対応した値が10～40の間であるか判定する(A3)。測定ガス中に一酸化炭素が存在すれば、前述の図4に示すようにX軸の値が「30」付近に極値が出現することになり、極値出現時刻に対応した値が10～40の間であると判断して(A3:Yes)、ガス種特定部25によって一酸化炭素であると特定する(A4)。そして、取得したセンサ素子10の出力信号Vsから勾配検知部28によって勾配(時間に対応したX軸の値が30～90の間の勾配)を検知し、ガス濃度抽出部29によって、勾配検知部28が検知した勾配に対応した一酸化炭素の濃度が勾配記憶部27の濃度対勾配のテーブルより抽出する(A6)。例えば勾配検知部28が「360」の勾配を検知した場合、濃度350ppmの一酸化炭素と判定する。また、A3において、極値出現時刻に対応した値が10～40の間でない場合(A3:No)、50～100の間であるか判定する(A7)。測定ガス中に水素が存在すれば、前述の図4に示すようにX軸の値が「70」付近に極値が出現することになり、極値出現時刻に対応した値が50～100の間であると判断して(A7:Yes)、ガス種特定部25によって水素であると特定する(A8)。極値出現時刻に対応した値が50～100の間でない場合(A7:No)、180～240の間であるか判定する(A9)。測定ガス中にメタンが存在すれば、前述の図4に示すようにX軸の値が「270」付近に極値が出現することになり、極値出現時刻に対応した値が180～240の間であると判断して(A9:Yes)、ガス種特定部25によってメタンであると特定する(A10)。極値出現時刻に対応した値が180～240の間でない場合(A10:No)、その他のガスであると特定する(A11)。そして、外部報知を行う(A12)。以上の動作により、還元性ガスのガス種及び濃度を検出する。

#### 【0041】

以上のように、本実施形態に係るガス検出装置1及びガス検出方法によると、センサ素子10の出力信号Vsが最初に極値となったときの出現時刻に基づいて、還元性ガスのガス種を同定する。そのため、1サイクルにおける応答曲線の全体的な形状と予め記憶されているガスの成分の存在を特徴的に表した変化特性値とを比較することにより還元性ガスを同定する従来の場合に比べて、複雑な演算を伴うことなく、還元性ガスのガス種を同定

10

20

30

40

50

し、還元性ガスを検出することができる。

【0042】

また、極値出現時間記憶部23に還元性ガスのガス種ごとに極値出現時間を予め記憶している所要時間に対応した情報と極値出現時刻検知部24が検知した出現時刻に対応した情報との比較により、迅速に還元性ガスのガス種を同定することができる。

【0043】

さらに、ガス濃度判定部26を備えていることにより、ガス種同定部22によって還元性ガスを同定した上で、さらに同定した還元性ガスの濃度も判定することができる。

【0044】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々な変更が可能なものである。例えば、本実施形態においては、ガス種同定部22によって還元性ガスのガス種を同定した上で、さらにガス濃度判定部26によって還元性ガスの濃度も判定していたが、還元性ガスの存在のみを検出するのであれば、ガス濃度判定部26を備えていなくてもよい。

10

【0045】

また、本実施形態においては、極値出現時間記憶部23によって極値出現時間を還元性ガスのガス種ごとに記憶していたが、極値出現時間記憶部23を備えずに、無線または有線通信などにより、外部装置に記憶された還元性ガスのガス種ごとの極値出現時間からガス種特定部25によって還元性ガスのガス種を抽出してもよい。

20

【0046】

さらに、本実施形態においては、ヒータコイル12への電圧印加を0.2Vから0.9Vまで連続的に25秒の期間で上昇させた後、0.9Vのまま所定時間の5秒経過させ、その後0.9Vから0.2Vまで瞬時に低下させ、その後再び0.9Vに連続的に上昇させる電圧印加サイクルを繰り返していたが、0.9Vのまま所定時間の5秒経過させずに、0.2Vから0.9Vまで連続的に25秒の期間で上昇させた後、0.9Vから0.2Vまで瞬時に低下させる電圧印加サイクルを繰り返してもよい。

【0047】

加えて、本実施形態においては、ヒータコイル12への電圧印加を0.2Vから0.9Vまで連続的に上昇させていたが、段階的に、例えば階段状に上昇させてもよい。

30

【0048】

また、本実施形態において、センサ素子10の出力信号 $V_s$ を端子1-2間より得るようにしているが、負荷抵抗 $R_L$ の両端の電圧を出力信号としてもよい。この場合センサ素子の電気的特性変化が導電率の変化として得られ、ガス種に対応した極値が極小値として出現する。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の一実施形態に係るガス検出装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】センサ素子の内部構造及び駆動・測定回路の構成を示す概略図である。

【図3】ヒータコイルの温度サイクルを示す図である。

40

【図4】還元性ガスのガス種に応じたセンサ素子の出力信号の変化を示す図である。

【図5】一酸化炭素ガスで濃度が異なる場合におけるセンサ素子の出力信号 $V_s$ の変化を示す図である。

【図6】一酸化炭素の濃度に対する勾配の変化を示す図である。

【図7】記憶部が記憶している極値出現時間及び勾配を測定する測定装置の概略構成図である。

【図8】ガス検出装置の制御シーケンスを示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0050】

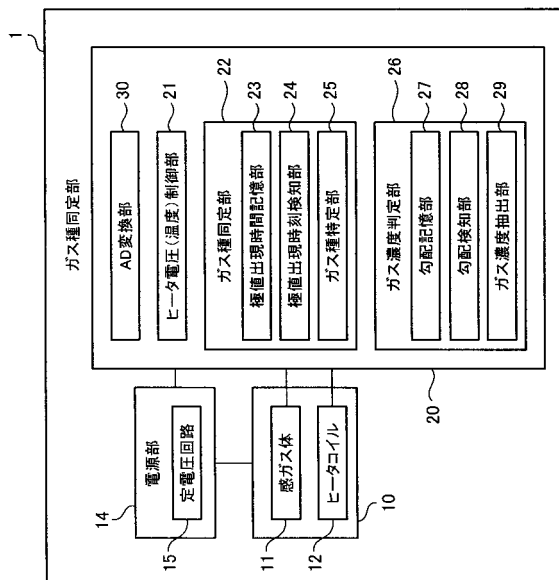
1 ガス検出装置

50

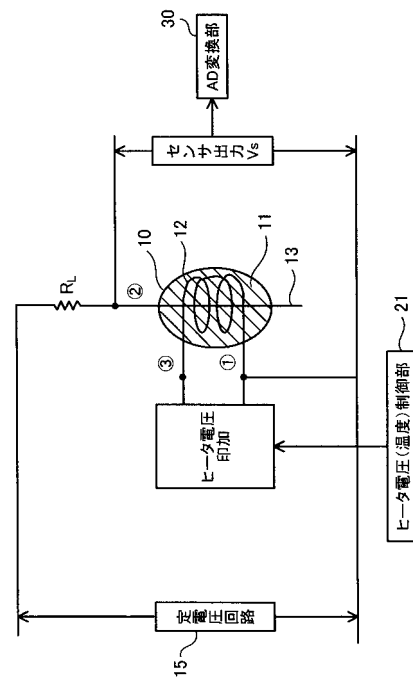
- 10 センサ素子
- 11 感ガス体
- 12 ヒータコイル
- 21 ヒータ電圧（温度）制御部
- 22 ガス種同定部
- 23 極値出現時間記憶部
- 24 極値出現時刻検知部
- 25 ガス種特定部
- 26 ガス濃度判定部

10

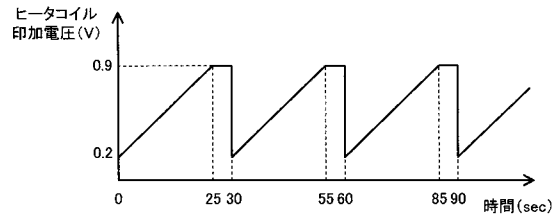
【図1】



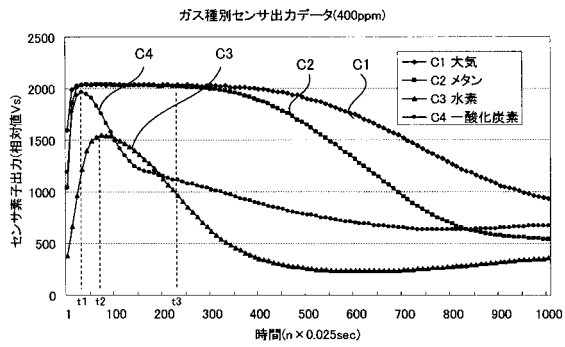
【図2】



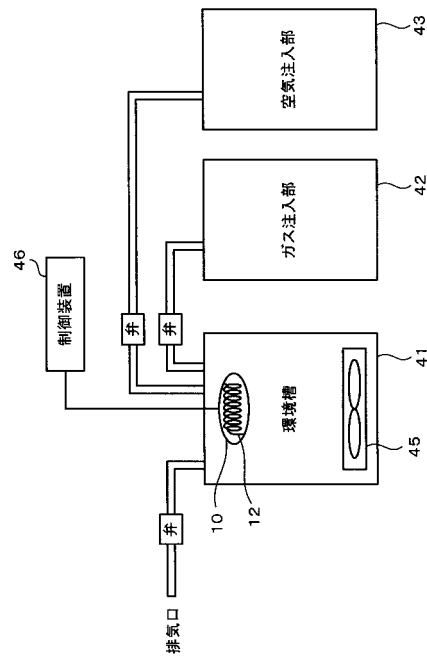
【図 3】



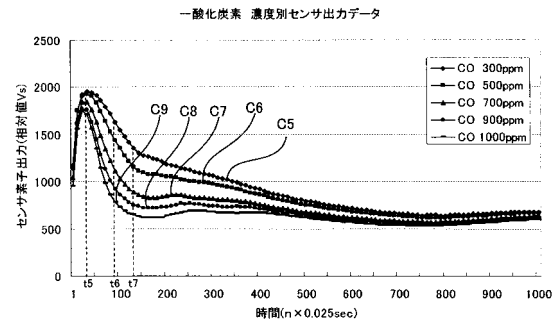
【図 4】



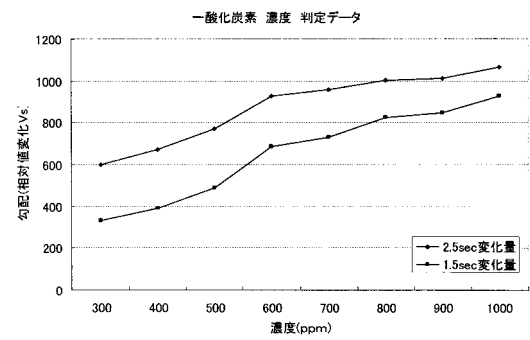
【図 7】



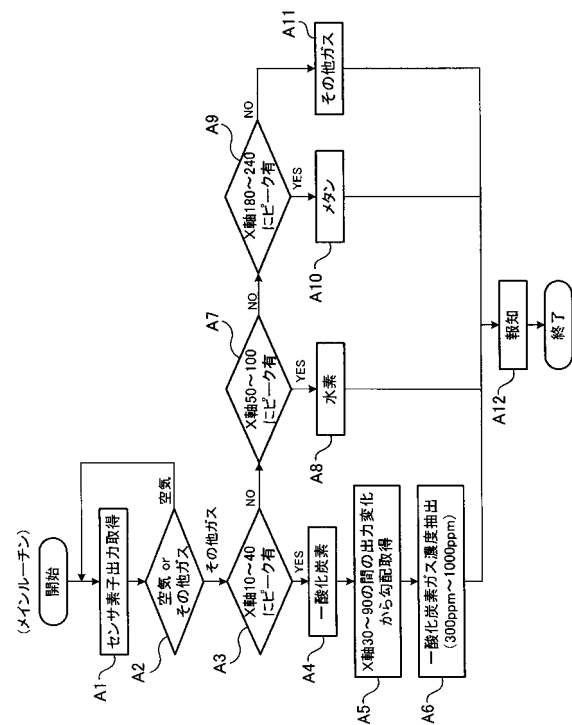
【図 5】



【図 6】



【図 8】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 沖山 達也  
奈良県奈良市大森町2番地1 ユーテック株式会社内
- (72)発明者 宮澤 禅  
奈良県奈良市大森町2番地1 ユーテック株式会社内

審査官 大竹 秀紀

- (56)参考文献 特開昭58-189547(JP,A)  
特開平01-311261(JP,A)  
特開2001-041916(JP,A)  
特開2006-098105(JP,A)  
特開2006-275606(JP,A)  
特開2004-309343(JP,A)  
特開2000-055856(JP,A)  
特開2000-275202(JP,A)  
特開平11-083774(JP,A)  
特開平11-287777(JP,A)  
特開平07-198644(JP,A)  
特開平02-145954(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01N 27/12