

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5986833号
(P5986833)

(45) 発行日 平成28年9月6日(2016.9.6)

(24) 登録日 平成28年8月12日(2016.8.12)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 N 27/18 (2006.01) GO 1 N 27/18

請求項の数 2 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-158277 (P2012-158277)	(73) 特許権者	000004547
(22) 出願日	平成24年7月17日(2012.7.17)		日本特殊陶業株式会社
(65) 公開番号	特開2014-20859 (P2014-20859A)		愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(43) 公開日	平成26年2月3日(2014.2.3)	(74) 代理人	100113022
審査請求日	平成27年6月15日(2015.6.15)		弁理士 赤尾 謙一郎
		(74) 代理人	100110249
			弁理士 下田 昭
		(74) 代理人	100116090
			弁理士 栗原 和彦
		(72) 発明者	松倉 佑介
			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	北野谷 昇治
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可燃性ガス検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検出雰囲気内に配置されて、自身の温度変化により抵抗値が変化する発熱抵抗体と、前記発熱抵抗体が予め設定された二つの設定温度にそれぞれ対応する各抵抗値となるように、該発熱抵抗体の通電状態を一定の周期時間毎に切り替える制御を行う通電制御部と、

前記被検出雰囲気内の温度である環境温度の変化により抵抗値が変化する測温抵抗体と、

前記通電制御部の制御による前記発熱抵抗体への通電時に検出される該発熱抵抗体の両端電圧、及び、前記測温抵抗体の抵抗値が変化することにより生じる電圧変化に基づく環境温度を用いて、前記被検出雰囲気内の可燃性ガスの濃度を演算するガス濃度演算部と、を備え、

前記二つの設定温度は、当該設定温度のうち高温側を第1設定温度、低温側を第2設定温度となるように設定された可燃性ガス濃度検出装置であって、

前記第1設定温度時に検出される前記発熱抵抗体の両端電圧を高温時電圧、前記第2設定温度時に検出される前記発熱抵抗体の両端電圧を低温時電圧とし、

前記ガス濃度演算部は、時間的に連続する2つの前記高温時電圧の値を平均した平均高温時電圧、前記2つの高温時電圧の間の周期時間における前記低温時電圧、及び、前記低温時電圧を検出した周期時間における前記環境温度からなる第1情報群に基づいて、又は時間的に連続する2つの前記低温時電圧の値を平均した平均低温時電圧、前記2つの低温

10

20

時電圧の間の周期時間における前記高温時電圧、及び、前記高温時電圧を検出した周期時間における前記環境温度からなる第2情報群に基づいて、前記可燃性ガスの濃度を演算する、

可燃性ガス検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の可燃性ガス検出装置であって、

前記ガス濃度演算部は、前記第1情報群の前記低温時電圧として、前記第2情報群を構成する時間的に連続する2つの前記低温時電圧の2つ目を用いる一方、前記第2情報群の前記高温時電圧として、前記第1情報群を構成する時間的に連続する2つの前記高温時電圧の2つ目を用いる、可燃性ガス検出装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検出雰囲気中に存在する可燃性ガスのガス濃度を検出する可燃性ガス検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境・自然保護などの社会的要求から、高効率で、クリーンなエネルギー源として燃料電池の研究が活発に行われている。その中で、低温作動、高出力密度等の利点により、家庭用、車載用などのエネルギー源として固体高分子型燃料電池(PEFC)や水素内燃機関が期待されている。

20

【0003】

これらのシステムでは、例えば、可燃性ガスである水素を燃料としているため、ガス漏れの検知が重要な課題の一つとして挙げられている。

この種の被検出雰囲気中に存在する可燃性ガスのガス濃度を検出する可燃性ガス検出装置では、被検出雰囲気内にガス検出素子を配置し、このガス検出素子に、自身の温度変化(発熱)により抵抗値が変化する発熱抵抗体と、環境温度の変化により抵抗値が変化する測温抵抗体とを実装するものが知られている。

【0004】

具体的には、この可燃性ガス検出装置では、ガス検出素子における発熱抵抗体の抵抗値が、二つの設定温度(第1設定温度、第2設定温度)に対応した各抵抗値となるように、ブリッジ回路によって制御し、その時の制御電圧(発熱抵抗体の両端電圧)と、測温抵抗体の抵抗値が変化することによって生じる電圧差(温度電圧)とを用いて、ガス濃度を算出している。

30

【0005】

なお、各設定温度(第1設定温度、第2設定温度)は、例えば、ブリッジ回路内に設置された互いに抵抗値の異なる固定抵抗の導通状態を、一定の周期時間毎に選択的に切り替えることによって変更される(例えば、特許文献1参照)。これにより、1個のブリッジ回路及び発熱抵抗体を用いて第1設定温度及び第2設定温度における発熱抵抗体の両端電圧を検出することができ、ガス検出素子の小型化及び電力消費の抑制を確保することができる。

40

又、被検出雰囲気内の可燃性ガスの濃度が当該被検出雰囲気内の湿度に基づき変動することを考慮し、上記特許文献1には、上記電圧差だけでなく、第1設定温度と第2設定温度における発熱抵抗体の両端電圧の比(電圧比)を演算し、この比が湿度にほぼ比例することを利用してガス濃度を補正することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4302611号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上述のように1個のブリッジ回路及び発熱抵抗体を用い、ブリッジ回路内の固定抵抗を一定の周期時間毎に切り替えた場合、高温側の第1設定温度時に検出される発熱抵抗体の両端電圧（これを、高温時電圧「VH」という）と、低温側の第2設定温度時に検出される発熱抵抗体の両端電圧（これを、低温時電圧「VL」という）との検出タイミングが上記周期時間分ずれることになる。この場合、環境温度が時間的に変化すると、VH及びVLの検出タイミングのずれに起因して、ガス濃度の検出精度が低下するという問題がある。

つまり、図10に示すように、検出中に環境温度が上昇した場合、VH及びVLは時間と共に低下する（図10(a)、(b)）。このため、最初の周期時間TW1（図10(c)）にてVH1を検出した後、次の周期時間TW2にてVL1を検出すると、VH1と同一の検出タイミング（同じ周期時間TW1）で低温時電圧を検出した場合（これを仮想的に「VL0'」と表す）に比べ、低温時電圧の値が小さくなり、ひいては上記した電圧差や電圧比が正確な値となってガス濃度の検出精度の低下を招くおそれがある。

【0008】

すなわち、本発明は、環境温度の時間的な変化に伴うガス濃度の検出精度の低下を抑制した可燃性ガス検出装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するため、本発明の可燃性ガス検出装置は、被検出雰囲気内に配置されて、自身の温度変化により抵抗値が変化する発熱抵抗体と、前記発熱抵抗体が予め設定された二つの設定温度にそれぞれ対応する各抵抗値となるように、該発熱抵抗体の通電状態を一定の周期時間毎に切り替える制御を行う通電制御部と、前記被検出雰囲気内の温度である環境温度の変化により抵抗値が変化する測温抵抗体と、前記通電制御部の制御による前記発熱抵抗体への通電時に検出される該発熱抵抗体の両端電圧、及び、前記測温抵抗体の抵抗値が変化するにより生じる電圧変化に基づく環境温度を用いて、前記被検出雰囲気内の可燃性ガスの濃度を演算するガス濃度演算部と、を備え、前記二つの設定温度は、当該設定温度のうち高温側を第1設定温度、低温側を第2設定温度となるように設定された可燃性ガス濃度検出装置であって前記第1設定温度時に検出される前記発熱抵抗体の両端電圧を高温時電圧、前記第2設定温度時に検出される前記発熱抵抗体の両端電圧を低温時電圧とし、前記ガス濃度演算部は、時間的に連続する2つの前記高温時電圧の値を平均した平均高温時電圧、前記2つの高温時電圧の間の周期時間における前記低温時電圧、及び、前記低温時電圧を検出した周期時間における前記環境温度からなる第1情報群に基づいて、又は時間的に連続する2つの前記低温時電圧の値を平均した平均低温時電圧、前記2つの低温時電圧の間の周期時間における前記高温時電圧、及び、前記高温時電圧を検出した周期時間における前記環境温度からなる第2情報群に基づいて、前記可燃性ガスの濃度を演算する。

【0010】

発熱抵抗体の通電状態を二つの設定温度のそれぞれに対応する各抵抗値となるように一定の周期時間毎に切り替える可燃性ガス検出装置では、最初の周期時間にて高温時電圧（又は低温時電圧）を検出した後、次の周期時間にて低温時電圧（又は高温時電圧）を検出して可燃性ガスの濃度を演算せざるを得ない。しかし、環境温度が時間的に大きく変化すると、高温時電圧と低温時電圧の検出タイミングのずれに起因して、ガス濃度の検出精度が低下するおそれがある。

そこで、本発明の可燃性ガス検出装置では、平均高温時電圧又は平均低温時電圧を用いることで、これに対応する低温時電圧又は高温時電圧と検出タイミングを仮想的に一致させることができ、環境温度の時間的な変化に伴うガス濃度の検出精度の低下を抑制することができる。なお、可燃性ガスの濃度を演算するにあたっては、前記測温抵抗体によって検出される環境温度をも考慮する必要があるが、平均高温時電圧を含む第1情報群には、低

10

20

30

40

50

温時電圧を検出した周期時間における環境温度を用いる一方、平均低温時電圧を含む第2情報群には、高温時電圧を検出した周期時間における環境温度を用いることで、環境温度を平均化するという処理を行わずに簡易的に、且つ、ガス濃度の検出精度の低下を抑制することができる。

【0011】

さらに、本発明の可燃性ガス検出装置であって、前記第1情報群の前記低温時電圧として、前記第2情報群を構成する時間的に連続する2つの前記低温時電圧の2つ目を用いる一方、前記第2情報群の前記高温時電圧として、前記第1情報群を構成する時間的に連続する2つの前記高温時電圧の2つ目を用いてもよい。

この可燃性ガス検出装置によれば、発熱抵抗体の通電状態を二つの設定温度のそれぞれに対応する各抵抗値となるように一定の周期時間毎に切り替える度に、可燃性ガスの濃度を算出することができ、精度の良いガス濃度検出を短い間隔で実行することができる。

【発明の効果】

【0012】

この発明によれば、環境温度の時間的変化に伴うガス濃度の検出精度の低下を抑制した可燃性ガス検出装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】可燃性ガス検出装置の全体構成図である。

【図2】可燃性ガス検出装置の主要部となるガス検出素子の構成を示す平面図である。

【図3】図2におけるIIB-IIB線に沿ったガス検出素子の断面図である。

【図4】第1の実施形態において、VH及びVLの取得タイミングを示すタイムチャート、発熱抵抗体の第1設定温度(CH)、第2設定温度(CL)を示すタイムチャート、及び測温抵抗体の温度の取得タイミングを示すタイムチャートを表す図である。

【図5】第1の実施形態において、VH、VL及びVTの取得処理のフローチャートを示す図である。

【図6】第1の実施形態において、平均高温時電圧VH'、及び平均低温時電圧VL'を用いたガス濃度演算処理のフローチャートを示す図である。

【図7】第2の実施形態において、VH及びVLの取得タイミングを示すタイムチャート、発熱抵抗体の第1設定温度(CH)、第2設定温度(CL)を示すタイムチャート、及び測温抵抗体の温度の取得タイミングを示すタイムチャートを表す図である。

【図8】第2の実施形態において、VH、VL及びVTの取得処理のフローチャートを示す図である。

【図9】第2の実施形態において、平均高温時電圧VH'、及び平均低温時電圧VL'を用いたガス濃度演算処理のフローチャートを示す図である。

【図10】従来の可燃性ガス検出装置において、VH及びVLの取得タイミングを示すタイムチャート、発熱抵抗体の第1設定温度(CH)、第2設定温度(CL)を示すタイムチャートを表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

図1は、本発明が適用された可燃性ガス検出装置1の全体構成図である。図2は、可燃性ガス検出装置1の主要部となるガス検出素子3の構成を示す平面図(但し、内部構成も一部示す)であり、図3が図2におけるIIB-IIB線に沿ったガス検出素子の断面図である。

【0015】

[全体構成]

可燃性ガス検出装置1は、熱伝導式のガス検出素子3を用いて、可燃性ガスの濃度を検出するものであり、例えば、燃料電池自動車の客室内に設置され、水素の漏れを検出する目的等に用いられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、可燃性ガス検出装置 1 は、ガス検出素子 3 (図 2、図 3 参照) を駆動制御する制御回路 5 と、制御回路 5 の動作を制御する切替信号 C G 1 を生成するとともに、制御回路 5 から得られる検出信号 V 1 , S V T に基づいて、被検出ガス中に含まれる可燃性ガスのガス濃度を演算する処理 (ガス濃度演算処理) を少なくとも含む各種処理を実行するマイクロコンピュータ (以下「マイコン」という) 7 と、直流電源 V c c から可燃性ガス検出装置 1 への電源供給経路を導通、遮断することで制御回路 5 , マイコン 7 を起動、停止する起動スイッチ 9 とを備えている。

【 0 0 1 7 】

なお、制御回路 5 (但し、後述する発熱抵抗体 3 4 および測温抵抗体 3 5 を除く) , マイコン 7 , 起動スイッチ 9 は単一の回路基板上に構成され、この回路基板とは別体にガス検出素子 3 は構成されている。

【 0 0 1 8 】

[ガス検出素子]

次に、ガス検出素子 3 について説明する。

図 2 , 図 3 に示すように、ガス検出素子 3 は、平板形状 (平面視四角形状) の基部 3 0 を備え、基部 3 0 の一方の面 (以下「表面」という) には、複数の電極 3 1 が形成され、他方の面 (以下「裏面」という) には、基部 3 0 の中心付近に、基部 3 0 の一方の方向に沿って一つの凹部 3 0 1 が形成されている。

【 0 0 1 9 】

なお、ガス検出素子 3 は、縦横ともに数 mm (例えば 3 mm × 3 mm) 程度の大きさであり、例えば、シリコン基板を用いたマイクロマシニング技術 (マイクロマシニング加工) により製造される。

【 0 0 2 0 】

電極 3 1 は、基部 3 0 の一方の辺 (図 2 中では下方の辺) に沿って配置された二つの電極 (電極パッド) 3 1 1 , 3 1 2 (以下「第 1 電極群」ともいう) と、他方の辺 (図 2 中では上方の辺) に沿って配置された二つの電極 (電極パッド) 3 1 4 , 3 1 5 (以下「第 2 電極群」ともいう) とを備える。これらのうち、電極 3 1 2 , 3 1 5 を、以下ではグラウンド電極ともいう。また、電極 3 1 を構成する材料としては、例えば、アルミニウム (A l) 又は金 (A u) が用いられる。

【 0 0 2 1 】

基部 3 0 は、シリコン製の基板 3 2 と、基板 3 2 の一方の面に形成された絶縁層 3 3 とを備えており、絶縁層 3 3 が部分的 (ここではほぼ正方形) に露出するように基板 3 2 の一部を除去することで凹部 3 0 1 が形成されたダイアフラム構造をなしている。つまり、基部 3 0 では、絶縁層 3 3 側 (基板 3 2 が除去されていない方) が基部 3 0 の表面となり、基板 3 2 側 (基板 3 2 の一部が除去されている方を含む) が基部 3 0 の裏面となる。

【 0 0 2 2 】

絶縁層 3 3 には、凹部 3 0 1 により基部 3 0 の裏面に露出した部位に、渦巻き状にパターン形成された発熱抵抗体 3 4 が埋設されているとともに、第 2 電極群 3 1 4 , 3 1 5 が形成された側の基部 3 0 の長辺 (一辺) に沿って、温度測定に用いる測温抵抗体 3 5 が埋設されている。つまり、発熱抵抗体 3 4 は、絶縁層 3 3 にて測温抵抗体 3 5 よりも中央側の領域に配置され、測温抵抗体 3 5 は、絶縁層 3 3 の縁を形成する四辺のうちの一辺に沿った領域に配置されている。

【 0 0 2 3 】

なお、絶縁層 3 3 は、単一の材料で形成されてもよいし、異なる材料を用いて複数層を成すように形成されてもよい。また、絶縁層 3 3 を構成する絶縁性材料としては、例えば、酸化ケイ素 (S i O ₂) や窒化珪素 (S i ₃ N ₄) が用いられる。

【 0 0 2 4 】

発熱抵抗体 3 4 は、自身の温度変化により抵抗値が変化する温度抵抗係数が大きい導電性材料で構成され、また、測温抵抗体 3 5 は、電気抵抗が温度に比例して変化 (本実施形

10

20

30

40

50

態では、温度の上昇に伴って抵抗値が増大)する導電性材料で構成される。発熱抵抗体 34 および測温抵抗体 35 は、いずれも同じ抵抗材料、本実施形態では白金 (Pt) で形成されている。

【0025】

そして、発熱抵抗体 34 は、発熱抵抗体 34 が形成された平面と同じ平面に埋設された配線 36、および配線膜 37 を介して第 1 電極群 311, 312 に接続され、測温抵抗体 35 は、測温抵抗体 35 が形成された平面と同じ平面に埋設された配線膜 (図示せず) を介して第 2 電極群 314, 315 に接続されている。

【0026】

なお、配線 36 や配線膜 37 を構成する材料としては、発熱抵抗体 34 および測温抵抗体 35 と同じ抵抗材料が用いられている。また、基部 30 の表面に形成される電極 31 と基部 30 (絶縁層 33) の内部に形成される配線膜 37 とはコンタクトホール (接続導体) によって接続される。

【0027】

つまり、発熱抵抗体 34 は、一端が電極 311、他端がグランド電極 312 と導通し、測温抵抗体 35 は、一端が電極 314、他端がグランド電極 315 と導通するように接続されている。

[制御回路]

次に、制御回路 5 の構成について説明する。

【0028】

図 1 に示すように、制御回路 5 は、発熱抵抗体 34 への通電制御を行い、発熱抵抗体 34 の両端電圧に対応する検出信号 V1 を出力する通電制御回路 50 と、測温抵抗体 35 への通電を行い、被検出雰囲気温度を表す温度検出信号 SVT を出力する温度調整回路 80 とを備えている。

【0029】

[通電制御回路]

通電制御回路 50 は、発熱抵抗体 34 を含んで構成されたブリッジ回路 (ホイートストンブリッジ回路) 51 と、ブリッジ回路 51 で検出される電位差を増幅する増幅回路 53 と、増幅回路 53 の出力に従って、ブリッジ回路 51 に流れる電流を増減調整する電流調整回路 55 とを備えている。

【0030】

電流調整回路 55 は、ブリッジ回路 51 に直流電源 Vcc を供給する電源ラインに接続され、増幅回路 53 の出力である調整信号 C に従って通電状態 (オン抵抗) が変化するトランジスタを備える。具体的には、調整信号 C が大きいほど、オン抵抗が大きくなって、ブリッジ回路 51 に流れる電流が減少し、逆に、調整信号が小さいほど、オン抵抗が小さくなって、ブリッジ回路 51 に流れる電流が増大するように構成されている。

【0031】

増幅回路 53 は、演算増幅器 531 と、演算増幅器 531 の反転入力端子および非反転入力端子のそれぞれに接続された固定抵抗 532, 533 と、演算増幅器 531 の反転入力端子と出力端子との間に並列接続された固定抵抗 534, およびコンデンサ 535 とによって構成された周知の差動増幅回路を備える。

【0032】

つまり、非反転入力端子の入力電圧が反転入力端子の入力電圧より大きい場合に、増幅回路 53 の出力である調整信号 C が大きくなり (ひいては、ブリッジ回路 51 に流れる電流が減少し)、逆に、非反転入力端子の入力電圧が反転入力端子の入力電圧より小さい場合に、調整信号 C が小さくなる (ひいては、ブリッジ回路 51 に流れる電流が増大する) ように構成されている。

【0033】

ブリッジ回路 51 は、発熱抵抗体 34 および 2 個の固定抵抗 511, 512、抵抗値を切替可能な可変抵抗部 52 を備えており、固定抵抗 511 と発熱抵抗体 34、固定抵抗 5

10

20

30

40

50

12と可変抵抗部52をそれぞれ直列接続し、各直列回路のうち、発熱抵抗体34および可変抵抗部52側の各端部PGを接地し、固定抵抗511、512側の各端部を電源側(電流調整回路55)に接続することで構成されている。

【0034】

そして、固定抵抗511と発熱抵抗体34との接続点P+は、固定抵抗532を介して演算増幅器531の非反転入力端子に接続され、固定抵抗512と可変抵抗部52との接続点P-は、固定抵抗533を介して演算増幅器531の反転入力端子に接続されている。さらに、接続点P+の電位を、検出信号V1としてマイコン7に供給するように構成されている。

【0035】

また、可変抵抗部52は、抵抗値の異なる2個の固定抵抗521、522と、マイコン7からの切替信号CG1に従って、固定抵抗521、522のいずれか一方を有効に動作させる切替スイッチ523を備えており、切替スイッチ523により可変抵抗部52の抵抗値を切り替えることで、ブリッジ回路51のバランスを変化させることができるように構成されている。

【0036】

なお、固定抵抗521は、発熱抵抗体34が第1設定温度CH(例えば、400)となる抵抗値を有し、固定抵抗522は、発熱抵抗体34が第1設定温度CHより低く設定された第2設定温度CL(例えば、300)となる抵抗値を有する。

【0037】

このように構成された通電制御回路50では、直流電源Vccからブリッジ回路51への通電を開始すると、増幅回路53および電流調整回路55は、接続点P+、P-間に生じる電位差がゼロになるようにブリッジ回路51に流れる電流を調整する。これにより、発熱抵抗体34の抵抗値(ひいては温度)が、可変抵抗部52によって決まる一定値(ひいては第1設定温度CHまたは第2設定温度CL)に制御される。

【0038】

具体的には、被検出雰囲気中の可燃性ガスの含有量が変化し、発熱抵抗体34が発生させる熱量より、可燃性ガスによって奪われる熱量が大きくなった場合には、発熱抵抗体34の温度が低下することによって、発熱抵抗体34の抵抗値が減少する。逆に、発熱抵抗体が発生させる熱量より、可燃性ガスによって奪われる熱量が小さくなった場合には、発熱抵抗体34の温度が上昇することによって、発熱抵抗体34の抵抗値が増大する。

【0039】

これに対して、増幅回路53および電流調整回路55は、発熱抵抗体34の抵抗値が減少すると、ブリッジ回路51に流れる電流、ひいては発熱抵抗体34が発生させる熱量を増大させ、逆に、発熱抵抗体34の抵抗値が増大すると、ブリッジ回路51に流れる電流、ひいては発熱抵抗体34が発生させる熱量を減少させることで、発熱抵抗体34の抵抗値(ひいては温度)を一定の大きさに保つ。

【0040】

つまり、接続点P+の電位を表す検出信号V1からは、発熱抵抗体34に流れる電流の大きさ、即ち、発熱抵抗体34の温度(抵抗値)を一定に保つために必要な熱量(さらには、可燃性ガスによって奪われる熱量)がわかり、その熱量はガス濃度に応じた大きさとなるため、検出信号V1から可燃性ガスのガス濃度がわかることになる。なお、詳細には、ガス濃度を算出する際に、被検出雰囲気内の湿度Hを用いて補正するが、これについては後述の「ガス濃度演算処理」にて説明する。

【0041】

[温度測定回路]

次に、温度調整回路80は、測温抵抗体35を含んで構成されたブリッジ回路(ホイートストンブリッジ)81と、ブリッジ回路81から得られる電位差を増幅する増幅回路83とを備えている。

【0042】

10

20

30

40

50

増幅回路 8 3 は、演算増幅器 8 3 1 と、演算増幅器 8 3 1 の反転入力端子および非反転入力端子のそれぞれに接続された固定抵抗 8 3 2 , 8 3 3 と、演算増幅器 8 3 1 の反転入力端子と出力端子との間に並列接続された固定抵抗 8 3 4 , コンデンサ 8 3 5 によって構成された周知の差動増幅回路を備える。

【 0 0 4 3 】

ブリッジ回路 8 1 は、測温抵抗体 3 5 および 3 個の固定抵抗 8 1 1 , 8 1 2 , 8 1 3 を備えており、固定抵抗 8 1 1 と測温抵抗体 3 5、固定抵抗 8 1 2 と固定抵抗 8 1 3 をそれぞれ直列接続し、各直列回路のうち、測温抵抗体 3 5 および固定抵抗 8 1 3 側の各端部を接地し、固定抵抗 8 1 1 , 8 1 2 側の各端部を電源に接続することで構成されている。

【 0 0 4 4 】

そして、固定抵抗 8 1 1 と測温抵抗体 3 5 との接続点 P - が固定抵抗 8 3 3 を介して演算増幅器 5 3 1 の反転入力端子に接続され、固定抵抗 8 1 2 と固定抵抗 8 1 3 との接続点 P + が固定抵抗 8 3 2 を介して演算増幅器 8 3 1 の非反転入力端子に接続されている。また、演算増幅器 8 3 1 の出力を温度検出信号 S V T としてマイコンに供給するように構成されている。

【 0 0 4 5 】

測温抵抗体 3 5 は、ガス検出素子 3 が晒される被検出雰囲気温度が、予め設定された基準温度の時に、温度検出信号 S V T が基準値となるように設定される。

そして、被検出雰囲気温度変化に伴って、測温抵抗体 3 5 の抵抗値が変化することにより電位差が生じ、この電位差を増幅したものが温度検出信号 S V T として出力される。

【 0 0 4 6 】

なお、ガス検出素子 3 と制御回路 5 との接続において、ガス検出素子 3 の各電極 3 1 (3 1 1 , 3 1 2 , 3 1 4 , 3 1 5) は、電極 3 1 1 が通電制御回路 5 0 の接続点 P + に、電極 3 1 4 が温度調整回路 8 0 の接続点 P - に、グランド電極 3 1 2 , 3 1 5 が制御回路 5 に共通のグラウンドラインに接続される。

【 0 0 4 7 】

[マイコン]

マイコン 7 は、ガス濃度演算処理等を実行するための各種のプログラムやデータを格納する記憶装置 8 (ROM , RAM 等)、この記憶装置 8 に記憶されたプログラムを実行する CPU、各種信号を入出力するための I O ポート、計時用タイマー等を備えた周知のものである。

【 0 0 4 8 】

ここで、第 1 設定温度 C H (4 0 0) の時に検出される検出信号 V 1 の信号レベルを高温時電圧 V H、第 2 設定温度 C L (3 0 0) の時に検出される検出信号 V 1 の信号レベルを低温時電圧 V L、温度調整回路 8 0 から読み込んだ温度検出信号 S V T の信号レベルを温度電圧 V T というものとする。

【 0 0 4 9 】

そして、記憶装置 8 には、被検出雰囲気内の環境温度 T と温度電圧 V T との相関関係を表す温度換算データ、被検出雰囲気内の湿度 H と高温時電圧 V H、低温時電圧 V L、温度電圧 V T との相関関係を表す湿度換算データ、高温時電圧 V H または低温時電圧 V L (本実施形態では高温時電圧 V H を使用) と可燃性ガスのガス濃度 X との相関関係を表す濃度換算データが少なくとも記憶されている。なお、各換算データは、具体的には、換算用マップデータや換算用計算式等で構成されており、実験等により得られたデータに基づいて予め作成されたものである。

【 0 0 5 0 】

なお、湿度換算データには、環境温度 T (ひいては温度電圧 V T) と後述する電圧比 V C (0) との相関関係を表す電圧比換算用マップデータ、後述する電圧比差 V C と湿度 H との相関関係を表す湿度換算用マップデータが含まれている。さらに、濃度換算データには、温度電圧 V T と後述する高温時電圧 V H (0) との相関関係を表す高温時電圧換算用マップデータ、高温時電圧 V H および湿度 H と後述する高温時電圧変化 V H (H) と

10

20

30

40

50

の相関関係を表す湿度電圧変化換算用マップデータ、温度電圧 V_T および高温時電圧 V_H と後述するガス感度 $G(V_T)$ との相関関係を表すガス感度換算用マップデータが含まれている。

【0051】

また、マイコン7は、起動スイッチ9がオンされることによって直流電源 V_{cc} から給電が開始されると起動して、マイコン7の各部を初期化後、ガス濃度演算処理を開始する。

なお、通電制御回路50および切替信号 CG_1 を出力するマイコン7が通電制御部の一例に相当し、ガス濃度演算処理を実行するマイコン7がガス濃度演算部の一例に相当する。

【0052】

[第1の実施形態におけるガス濃度演算処理]

次に、図4～図6を参照し、本発明の第1の実施形態に係る可燃性ガス検出装置のガス濃度演算処理について説明する。図4は、それぞれ V_H 及び V_L の取得タイミングを示すタイムチャート(図4(a)、(b))、発熱抵抗体の第1設定温度(CH)、第2設定温度(CL)を示すタイムチャート(図4(c))、及び測温抵抗体の温度(温度電圧 V_T)の取得タイミングを示すタイムチャート(図4(d))を表す。又、図5は V_H 、 V_L 及び V_T の取得処理のフローチャート、図6は後述する平均高温時電圧 $V_{H'}$ 、及び平均低温時電圧 $V_{L'}$ を用いたガス濃度演算処理のフローチャートである。

【0053】

図4に示すように、検出中に環境温度が上昇すると、 V_H 及び V_L は時間と共に低下するため(図4(a)、(b))、最初の周期時間 TW_1 にて V_{H1} を検出した後、次の周期時間 TW_2 にて V_{L1} を検出すると、 V_{H1} と同一のタイミング(周期時間 TW_1)で検出した場合に比べて低温時電圧の値が小さくなる。そこで、第1の実施形態においては、周期時間 TW_1 、 TW_3 で時間的に連続する2つの V_{H1} 、 V_{H2} の値を平均した平均高温時電圧 $V_{H1'}$ と、 V_{H1} 、 V_{H2} の間の周期時間 TW_2 における V_{L1} との関係(これを「第1の情報群」という)に基づいてガス濃度の演算を行う。ここで、第1の情報群に用いる V_H 、 V_L を図4中に逆三角形の領域 R_1 で図示する。

このように、低温時電圧(V_{L1})と同一の検出タイミング(周期時間 TW_2)における高温時電圧の予測値(平均高温時電圧 $V_{H1'}$)を、他の周期時間 TW_1 、 TW_3 での高温時電圧(V_{H1} 、 V_{H2})から推定するため、同一の検出タイミングで V_H 、 V_L の電圧差及び電圧比が得られ、環境温度の時間的変化に伴うガス濃度の検出精度の低下を抑制することができる。又、第1の情報群においては周期時間 TW_2 での環境温度(温度電圧 V_{TL1})を用いることで、 V_H 、 V_L の電圧差及び電圧比(第1の情報群)を算出するのと同じ検出タイミングでの環境温度をガス濃度の演算に用いることができる。つまり、第1の実施形態に係るガス濃度演算処理では、時間的に連続する2つの高温時電圧 V_{H1} 、 V_{H2} の値を平均した平均高温時電圧 $V_{H1'}$ 、2つの高温時電圧 V_{H1} 、 V_{H2} の間の周期時間 TW_2 における低温時電圧 V_{L1} 、及び、低温時電圧 V_{L1} を検出した周期時間 TW_2 における環境温度 V_{TL1} からなる第1情報群に基づいて、ガス濃度の演算を行うのである。

なお、図4において、高温時電圧(V_H)の添え字1, 2, 3の順に、時系列で高温時電圧が検出され、同様に低温時電圧(V_L)の添え字1, 2, 3の順に、時系列で低温時電圧が検出される。又、温度電圧 V_{TL} は、低温時電圧(V_L)を検出したのと同じ周期時間での温度電圧(V_T)を表し、温度電圧 V_{TH} は、高温時電圧(V_H)を検出したのと同じ周期時間での温度電圧(V_T)を表す。

【0054】

さらに、第1の実施形態においては、上述のように周期時間 TW_3 で第1の情報群を算出した後、第1の情報群の算出に用いた低温時電圧 V_{L1} と、次の周期時間 TW_4 に検出される低温時電圧 V_{L2} とを平均して平均低温時電圧 $V_{L1'}$ を算出する。そして、 $V_{L1'}$ と、 V_{L1} 、 V_{L2} の間の周期時間 TW_3 における V_{H2} との関係(これを「第2の

10

20

30

40

50

情報群」という)に基づいてガス濃度の演算を行う。ここで、第2の情報群に用いる V_H 、 V_L を図4中に三角形の領域 R_2 で図示する。

第2の情報群においても、高温時電圧(V_H2)と同一の検出タイミング(周期時間 $TW3$)における低温時電圧の予測値(平均低温時電圧 V_L1')を、他の周期時間 $TW2$ 、 $TW4$ での低温時電圧(V_L1 、 V_L2)から推定するため、同一の検出タイミングで V_H 、 V_L の電圧差及び電圧比が得られ、環境温度の時間的变化に伴うガス濃度の検出精度の低下を抑制することができる。又、第2の情報群においては周期時間 $TW3$ での環境温度(温度電圧 V_{TH2})を用いることで、 V_H 、 V_L の電圧差及び電圧比(第2の情報群)を算出すると同一の検出タイミングでの環境温度をガス濃度の演算に用いることができる。つまり、第1の実施形態に係るガス濃度演算処理では、時間的に連続する2つの低温時電圧 V_L1 、 V_L2 の値を平均した平均高温時電圧 V_L1' 、2つの低温時電圧 V_L1 、 V_L2 の間の周期時間 $TW3$ における高温時電圧 V_H2 、及び、高温時電圧 V_H2 を検出した周期時間 $TW3$ における環境温度 V_{TH2} からなる第2情報群に基づいても、ガス濃度の演算を行うものでもある。

10

なお、上述のように周期時間 $TW4$ で第2の情報群を算出した後、第2の情報群の算出に用いた高温時電圧 V_H2 と、次の周期時間 $TW5$ に検出される高温時電圧 V_H3 とを用い、上記と同様にして第1の情報群を算出する。このように、第1の情報群と第2の情報群とを交互に算出することで、周期時間 $TW3$ 以降、一周期間 $TW4$ 、 $TW5$ ・・・毎に同一の検出タイミングで V_H 、 V_L の電圧差及び電圧比(第1の情報群及び第2の情報群)が得られるので、ガス濃度の検出精度がさらに向上する。これに対し、後述する第2の実施形態のように、第1の情報群と第2の情報群のいずれか一方のみを算出する場合、その算出タイミングは周期時間の2倍となる(図7参照)。

20

【0055】

次に、図5、図6を参照し、マイコン7のCPUが実行する V_H 、 V_L 及び V_T の取得処理、及びガス濃度演算処理を説明する。なお、ガス濃度 X を求める演算では、低温時電圧 V_L または高温時電圧 V_H のいずれかから濃度換算データを用いてガス濃度 X を求め、さらには、温度電圧 V_T から温度換算データを用いて環境温度 T を求め、演算結果であるガス濃度 X を、同じく演算結果である環境温度 T だけを用いて補正する方法もあるが、ここでは、環境温度 T に加えて湿度 H を用いてガス濃度 X を求めるものとする。この場合、後述するように、同一の検出タイミングでの V_H 、 V_L の電圧比を用いて湿度 H を算出する。

30

【0056】

図5に示すように、 V_H 、 V_L 及び V_T の取得処理において、まずステップ $S102$ では、CPUは発熱抵抗体34を高温側(第1設定温度(CH)側)へ切り替えると共に、測温抵抗体35に通電を開始する。具体的には、切替信号 $CG1$ によりブリッジ回路51の抵抗値、即ち、発熱抵抗体34の設定温度を、一定の周期時間 TW の間、第1設定温度 CH に保持する制御を行う。

次に、 $S104$ で、CPUは、 $S102$ の周期時間での温度電圧 V_{THm} を取得する。なお、図4(c)は発熱抵抗体の温度を示すタイムチャートであり、図4(d)は温度電圧 V_T の取得タイミングを示すタイムチャートである。添え字 m 、後述する添え字 n 、及び後述する添え字 q は自然数であり、1, 2, 3の順に時系列で取得されることを示す(以下も同様)。

40

次に、 $S106$ で、CPUは、高温時電圧(V_{Hm})の取得が初回、つまり、 V_{H1} であるか否かを判定し、 No であれば濃度演算フラグに1を割り当てると共に($S108$)、演算判定フラグに1を割り当てる($S110$)。さらに $S110$ から $S112$ へ移行する。一方、 $S106$ で Yes であれば、そのまま $S112$ へ移行する。

なお、濃度演算フラグ=1は、 V_{Hm} が複数回取得されたことを意味し、図4で説明したように連続する2つの V_{Hm-1} 、 V_{Hm} の値を平均して平均高温時電圧 V_{Hm-1}' を算出可能となったことを示す。又、演算判定フラグは、後述する図6のフローで平均高温時電圧 V_{Hm-1}' と平均低温時電圧 V_{Ln-1}' のいずれを算出するかを判定するフラグで

50

あり、演算判定フラグ = 1 の場合、平均高温時電圧 V_{Hm-1}' を算出する処理を行う。

【 0 0 5 7 】

次に、S 1 1 2 で、CPU は、発熱抵抗体 3 4 の高温時電圧 (V_{Hm}) を取得し、周期時間 TW が経過したか否かを判定する (S 1 1 4)。S 1 1 4 で Yes であれば S 1 1 6 へ移行し、No であれば S 1 1 4 に戻って周期時間 TW が経過するのを待つ。なお、図 5、図 6 の例では、 $TW = 200 \text{ msec}$ である。

次に、S 1 1 6 で、CPU は、発熱抵抗体 3 4 を低温側 (第 2 設定温度 (CL) 側) へ切り替え、S 1 1 6 の周期時間での温度電圧 V_{TLn} を取得する (S 1 1 8)。

次に、S 1 2 0 で、CPU は、低温時電圧 (V_{Ln}) の取得が初回、つまり、 V_{L1} であるか否かを判定し、Yes であれば S 1 2 4 へ移行し、No であれば演算判定フラグに 0 を割り当てる (S 1 2 2)。演算判定フラグ = 0 の場合、図 4 で説明したように連続する 2 つの V_{Ln-1} 、 V_{Ln} の値を平均して平均低温時電圧 V_{Ln-1}' を算出可能となっており、平均低温時電圧 V_{Ln-1}' を算出する処理を行う。さらに S 1 2 2 の処理後、S 1 2 4 へ移行する。

次に、S 1 2 4 で、CPU は、発熱抵抗体 3 4 の低温時電圧 (V_{Ln}) を取得し、周期時間 TW が経過したか否かを判定する (S 1 2 6)。S 1 2 6 で Yes であれば S 1 2 8 へ移行し、No であれば S 1 2 6 に戻って周期時間 TW が経過するのを待つ。

S 1 2 8 で、CPU は、発熱抵抗体 3 4 を高温側 (第 1 設定温度 (CH) 側) へ切り替え、S 1 0 4 へ戻る。

以上のようにして取得された V_{Hm} 、 V_{Ln} 、 V_{THm} 及び V_{TLn} は、濃度演算フラグ及び演算判定フラグと関連付けて記憶装置 8 (RAM) に記憶され、以下のガス濃度演算処理で読み出される。

【 0 0 5 8 】

次に、図 6 を参照し、ガス濃度演算処理を説明する。なお、ガス濃度演算処理は、上記した周期時間 TW 毎に行う。すなわち、図 5 の S 1 0 4 ~ S 1 1 4 の区間が周期時間 TW で処理されるので、S 1 1 4 が経過した時点で S 1 1 0 の演算判定フラグを読み取ったガス濃度演算処理が行われる。さらに S 1 1 6 ~ S 1 2 6 の区間が次の周期時間 TW で処理され、S 1 2 6 が経過した時点でも S 1 2 2 の演算判定フラグを読み取った次のガス濃度演算処理が行われることとなる。

図 6 において、まずステップ S 2 0 2 では、CPU は濃度演算フラグが 1 であるか否かを判定する。S 2 0 2 で Yes であれば S 2 0 4 へ移行し、No であれば本ガス濃度演算処理を終了し、次回に備える。次に S 2 0 4 で、CPU は、演算判定フラグが 1 であるか否かを判定する。S 2 0 4 で Yes であれば (つまり、図 5 の S 1 0 4 ~ S 1 1 4 で時間的に連続する 2 つの高温時電圧 V_{Hm-1} 、 V_{Hm} の取得処理がされた場合に) S 2 0 6 へ移行し、通電制御回路 5 0 から V_{Hm-1} 、 V_{Hm} 、 V_{Ln} を取得するとともに、温度調整回路 8 0 から V_{TLn} を取得する。ここで、 $m = 2$ 、 $n = 1$ の場合が図 4 の R 1 に相当し、平均高温時電圧 V_{Hm-1}' 、低温時電圧 V_{Ln} 、及び、低温時電圧 V_{Ln} を取得する周期時間の温度電圧 V_{TLn} からなる第 1 情報群に基づいてのガス濃度の演算処理となる。一方、S 2 0 4 で No であれば、平均低温時電圧 V_{Ln-1}' 、高温時電圧 V_{Hm} 、及び、高温時電圧 V_{Hm} を取得する周期時間の温度電圧 V_{THm} からなる第 2 情報群に基づいてのガス濃度の演算処理に移行する。

【 0 0 5 9 】

次に、S 2 0 8 では、CPU は平均高温時電圧 V_{Hm-1}' を算出する。具体的には、S 2 0 6 で取得した V_{Hm-1} 、 V_{Hm} を次式 (1) の入力値として V_{Hm-1}' を算出する。

$$V_{Hm-1}' = (V_{Hm-1} + V_{Hm}) / 2 \dots (1)$$

そして、S 2 1 0 では、CPU は、S 2 0 6 にて取得した V_{Ln} と、S 2 0 8 で算出した V_{Hm-1}' を次式 (2) の入力値として、電圧比 V_{Cq} を算出する。

$$V_{Cq} = V_{Hm-1}' / V_{Ln} \dots (2)$$

次いで、S 2 1 2 では、S 2 0 6 にて取得した温度電圧 V_{TLn} と、電圧比換算用マッ

10

20

30

40

50

プデータとに基づいて、環境温度 $T L n$ （ひいては温度電圧 $V T L n$ ）においてガス濃度 X 、及び、湿度 H がゼロのときの電圧比 $V C q(0)$ を算出する。

【0060】

そして、 $S 2 1 4$ では、 $S 2 1 0$ にて算出した電圧比 $V C q$ と、 $S 2 1 2$ にて算出した $V C q(0)$ とを次式(3)の入力値として、環境温度 $T L n$ （ひいては温度電圧 $V T L n$ ）における電圧比差 $V C q$ を算出する。

$$V C q = V C q - V C q(0) \dots (3)$$

次に、 $S 2 1 6$ では、 $S 2 1 4$ にて算出した電圧比差 $V C q$ と、湿度換算用マップデータとに基づいて、電圧比差 $V C q$ のときの湿度 $H q$ を算出する。

そして、 $S 2 1 8$ では、 $S 2 0 8$ で算出した $V H m-1'$ と、 $S 2 0 6$ にて取得した $V T L n$ と、高温時電圧換算用マップデータとに基づいて、環境温度 $T L n$ （ひいては温度電圧 $V T L n$ ）においてガス濃度 X 、及び、湿度 H がゼロのときの高温時電圧 $V H q(0)$ を算出する。

続いて、 $S 2 2 0$ では、 $S 2 0 8$ で算出した $V H m-1'$ と、 $S 2 1 6$ にて算出した湿度 $H q$ と、湿度電圧変化換算用マップデータとに基づいて、 $V H m-1'$ のうち湿度 $H q$ によってもたらされた電圧変化分を表す高温時電圧変化 $V H q(H)$ を算出する。

【0061】

そして、 $S 2 2 2$ では、 $S 2 0 8$ で算出した $V H m-1'$ と、 $S 2 1 8$ にて算出した $V H q(0)$ と、 $S 2 2 0$ にて算出した $V H q(H)$ とを次式(4)の入力値として、 $V H m-1'$ のうち可燃性ガスによってもたらされた電圧変化分を表す高温時電圧変化 $V H q(G)$ を算出する。

$$V H q(G) = V H m-1' - V H q(0) - V H q(H) \dots (4)$$

続いて $S 2 2 4$ では、 $S 2 0 8$ で算出した $V H m-1'$ と、 $S 2 0 6$ にて取得した $V T L n$ と、ガス感度換算用マップデータとに基づいて、 $V H m-1'$ について環境温度 $T L n$ （ひいては温度電圧 $V T L n$ ）毎に予め設定された可燃性ガスに対する感度（単位はガス濃度 X の逆数）を表すガス感度 $G q(V T)$ を算出する。

最後に、 $S 2 2 6$ にて、 $S 2 2 2$ にて算出した高温時電圧変化 $V H q(G)$ と、 $S 2 2 4$ にて算出したガス感度 $G q(V T)$ とを次式(5)の入力値として、可燃性ガスのガス濃度 $X q$ を算出し、本ガス濃度演算処理を終了する。

$$X q = V H q(G) / G q(V T) \dots (5)$$

【0062】

一方、 $S 2 0 4$ で $N o$ の場合（つまり、図5の $S 1 1 6 \sim S 1 2 6$ で時間的に連続する2つの低温時電圧 $V L n-1$ 、 $V L n$ の取得処理がされた場合）には、 $S 2 3 0$ へ移行し、通電制御回路50から $V L n-1$ 、 $V L n$ 、 $V H m$ を取得するとともに、温度調整回路80から $V T H m$ を取得する。ここで、 $m = 2$ 、 $n = 2$ の場合が図4の $R 2$ に相当する。

【0063】

次に、 $S 2 3 2$ では、CPUは平均低温時電圧 $V L n-1'$ を算出する。具体的には、 $S 2 3 0$ で取得した $V L n-1$ 、 $V L n$ を次式(6)の入力値として $V L n+1'$ を算出する。

$$V L n-1' = (V L n-1 + V L n) / 2 \dots (6)$$

そして、 $S 2 3 4$ では、CPUは、 $S 2 3 0$ にて取得した $V H m$ と、 $S 2 3 2$ で算出した $V L n-1'$ を次式(7)の入力値として、電圧比 $V C q$ を算出する。

$$V C q = V H m / V L n-1' \dots (7)$$

なお、添え字 q は時系列で増加する自然数であるが、 m 、 n と直接連動する値ではないので、「 $q + 1$ 」等で表さずに、すべて「 q 」で表記する。例えば、 $S 2 0 6$ 以降の処理で $V C 1(q = 1)$ とされ、 $S 2 0 4$ で $N O$ と判定されたとき、 $S 2 3 0$ 以降の処理では $V C 2(q = 2)$ となり、算出される毎に1ずつふえてゆく。

そして、 $S 2 3 6$ では、 $S 2 3 0$ にて取得した温度電圧 $V T H m$ と、電圧比換算用マップデータとに基づいて、環境温度 $T H m$ （ひいては温度電圧 $V T H m$ ）においてガス濃度 X 、及び、湿度 H がゼロのときの電圧比 $V C q(0)$ を算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

そして、S 2 3 8では、S 2 3 4にて算出した電圧比 $V C q$ と、S 2 3 6にて算出した $V C q(0)$ とを次式(8)の入力値として、環境温度 $T H m$ (ひいては温度電圧 $V T H m$)における電圧比差 $V C q$ を算出する。

$$V C q = V C q - V C q(0) \dots (8)$$

次に、S 2 4 0では、S 2 3 8にて算出した電圧比差 $V C q$ と、湿度換算用マップデータとに基づいて、電圧比差 $V C q$ のときの湿度 $H q$ を算出する。

そして、S 2 4 2では、S 2 3 2で算出した $V L n - 1'$ と、S 2 3 0にて取得した $V T H m$ と、高温時電圧換算用マップデータとに基づいて、環境温度 $T H m$ (ひいては温度電圧 $V T H m$)においてガス濃度 X 、及び、湿度 H がゼロのときの高温時電圧 $V H q(0)$ を算出する。

10

続いて、S 2 4 4では、S 2 3 0で取得した $V H m$ と、S 2 4 0にて算出した湿度 $H q$ と、湿度電圧変化換算用マップデータとに基づいて、 $V H m$ のうち湿度 $H q$ によってもたらされた電圧変化分を表す高温時電圧変化 $V H q(H)$ を算出する。

【 0 0 6 5 】

そして、S 2 4 6では、S 2 3 0で取得した $V H m$ と、S 2 4 2にて算出した $V H q(0)$ と、S 2 4 4にて算出した $V H q(H)$ とを次式(9)の入力値として、 $V H m$ のうち可燃性ガスによってもたらされた電圧変化分を表す高温時電圧変化 $V H q(G)$ を算出する。

$$V H q(G) = V H m - V H q(0) - V H q(H) \dots (9)$$

20

続いてS 2 4 8では、S 2 3 0で取得した $V H m$ と、S 2 3 0にて取得した $V T H q$ と、ガス感度換算用マップデータとに基づいて、 $V H m$ について環境温度 $T H m$ (ひいては温度電圧 $V T H m$)毎に予め設定された可燃性ガスに対する感度(単位はガス濃度 X の逆数)を表すガス感度 $G q(V T)$ を算出する。

最後に、S 2 5 0では、S 2 4 6にて算出した高温時電圧変化 $V H q(G)$ と、S 2 4 8にて算出したガス感度 $G q(V T)$ とを次式(10)の入力値として、可燃性ガスのガス濃度 $X q$ を算出し、ガス濃度演算処理の最初に戻る。

$$X q = V H q(G) / G q(V T) \dots (10)$$

【 0 0 6 6 】

このように、図5、図6の処理では、周期時間 $T W$ 毎に切替信号 $C G 1$ を切替スイッチ5 2 3に出力することにより、固定抵抗5 1 2と可変抵抗部5 2との接続点 $P -$ から端部 $P G$ (可変抵抗部5 2における接地側端部)への通電経路(可変抵抗部5 2における通電経路)を、固定抵抗5 2 1, 5 2 2のいずれか一方側から他方側に切り替え、これにより高温時電圧 $V H m - 1, V H m$, 低温時電圧 $V L n - 1, V L n$ 、温度電圧 $V T L n, V T H m$ を取得する。そして、ガス濃度演算処理では、温度電圧 $V T L n, V T H m$ に基づいてそれぞれ環境温度 $T L n, T H m$ を演算する。

30

さらには、低温時電圧 $V L n$ と同一の検出タイミング(周期時間)における高温時電圧の予測値(平均高温時電圧 $V H m - 1'$)を、他の周期時間での高温時電圧($V H m - 1, V H m$)から推定し、高温時電圧 $V H m - 1'$ と低温時電圧 $V L n$ の電圧比から被検出雰囲気内の湿度 $H q$ を演算し、これら環境温度 $T L n$ と湿度 $H q$ とを用いてガス濃度 $X q$ を補正する。同様に、高温時電圧 $V H m$ と同一の検出タイミング(周期時間)における低温時電圧の予測値(平均低温時電圧 $V L n - 1'$)を、他の周期時間での低温時電圧($V L n - 1, V L n$)から推定し、高温時電圧 $V H m$ と低温時電圧 $V L n - 1'$ の電圧比から被検出雰囲気内の湿度 $H q$ を演算し、これら環境温度 $T H m$ と湿度 $H q$ とを用いてガス濃度 $X q$ を補正する。

40

そのため、同一の検出タイミングでの電圧比が得られ、環境温度の時間的变化に伴うガス濃度の検出精度の低下を抑制することができる。

【 0 0 6 7 】

[第2の実施形態におけるガス濃度演算処理]

次に、図7~図9を参照し、本発明の第2の実施形態に係る可燃性ガス検出装置のガス

50

濃度演算処理について説明する。

図7は、 V_H 及び V_L の取得タイミングを示すタイムチャート(それぞれ図7(a)、(b))、発熱抵抗体の第1設定温度(CH)、第2設定温度(CL)を示すタイムチャート(図7(c))、及び測温抵抗体の温度(温度電圧 V_T)の取得タイミングを示すタイムチャート(図7(d))を表す。又、図8は V_H 、 V_L 及び V_T の取得処理のフローチャート、図9は平均高温時電圧 $V_{H'}$ を用いたガス濃度演算処理のフローチャートである。

【0068】

図7に示すように、検出中に環境温度が上昇すると、 V_H 及び V_L は時間と共に低下するため(図7(a)、(b))、最初の周期時間 TW_1 にて V_{H1} を検出した後、次の周期時間 TW_2 にて V_{L1} を検出すると、 V_{H1} と同一のタイミング(周期時間 TW_1)で検出した場合に比べて低温時電圧の値が小さくなる。そこで、第2の実施形態においては、第1の実施形態と同様に周期時間 TW_1 、 TW_3 で時間的に連続する2つの V_{H1} 、 V_{H2} の値を平均した平均高温時電圧 $V_{H'}$ と、 V_{H1} 、 V_{H2} の間の周期時間 TW_2 における V_{L1} との第1の情報群に基づいてガス濃度の演算を行う。ここで、第1の情報群に用いる V_H 、 V_L を図7中に逆三角形の領域 R_1 で図示する。

このように、低温時電圧(V_{L1})と同一の検出タイミング(周期時間 TW_2)における高温時電圧の予測値(平均高温時電圧 $V_{H'}$)を、他の周期時間 TW_1 、 TW_3 での高温時電圧(V_{H1} 、 V_{H2})から推定するため、同一の検出タイミングで V_H 、 V_L の電圧差及び電圧比が得られ、環境温度の時間的変化に伴うガス濃度の検出精度の低下を抑制することができる。又、第1の情報群においては周期時間 TW_2 での環境温度(温度電圧 V_{TL1})を用いることで、 V_H 、 V_L の電圧差及び電圧比(第1の情報群)を算出するのと同じ検出タイミングでの環境温度をガス濃度の演算に用いることができる。つまり、第2の実施形態に係るガス濃度演算処理では、時間的に連続する2つの高温時電圧 V_{H1} 、 V_{H2} の値を平均した平均高温時電圧 $V_{H'}$ 、2つの高温時電圧 V_{H1} 、 V_{H2} の間の周期時間 TW_2 における低温時電圧 V_{L1} 、及び、低温時電圧 V_{L1} を検出した周期時間 TW_2 における環境温度 V_{TL1} からなる第1情報群に基づいて、ガス濃度の演算を行うのである。

【0069】

但し、第2の実施形態においては、周期時間 TW_3 で第1の情報群を算出した後、次に第1の情報群を算出するタイミングは2周期遅れた周期時間 TW_5 となる。ここで、2回目に算出する第1の関係に用いる V_H 、 V_L を図7中に逆三角形の領域 R_3 で図示する。このように、第1の情報群と第2の情報群の一方のみを算出する場合、周期時間 TW の2倍で第1の情報群、つまり同一の検出タイミングでの V_H 、 V_L の電圧差及び電圧比を算出することになるので、ガス濃度の検出精度は第1の実施形態よりは劣るが、マイコンの処理負担が軽減するという利点がある。

【0070】

次に、図8、図9を参照し、マイコン7のCPUが実行する V_H 、 V_L 及び V_T の取得処理、及びガス濃度演算処理を説明する。

【0071】

図8に示すように、 V_H 、 V_L 及び V_T の取得処理において、まずステップ $S302$ では、CPUは発熱抵抗体34を高温側(第1設定温度(CH)側)へ切り替えると共に、測温抵抗体35に通電を開始する。具体的には、切替信号 CG_1 によりブリッジ回路51の抵抗値、即ち、発熱抵抗体34の設定温度を、一定の周期時間 TW の間、第1設定温度 CH に保持する制御を行う。

次に、 $S306$ で、CPUは、高温時電圧(V_{Hm})の取得が初回、つまり、 V_{H1} であるか否かを判定し、Noであれば濃度演算フラグに1を割り当て($S308$)、 $S312$ へ移行する。 $S306$ でYesであれば $S312$ へ移行する。なお、第2の実施形態では、平均低温時電圧 V_{Ln-1} を算出しないので、演算判定フラグは用いない。

【0072】

10

20

30

40

50

次に、S 3 1 2 で、C P U は、発熱抵抗体 3 4 の高温時電圧 (V H m) を取得し、周期時間 T W が経過したか否かを判定する (S 3 1 4) 。 S 3 1 4 で Y e s であれば S 3 1 6 へ移行し、N o であれば S 3 1 4 に戻って T W が経過するのを待つ。なお、図 7、図 8 の例では、T W = 2 0 0 m s e c である。

次に、S 3 1 6 で、C P U は、発熱抵抗体 3 4 を低温側 (第 2 設定温度 (C L) 側) へ切り替え、S 3 1 6 の周期時間での温度電圧 V T L n を取得する (S 3 1 8) 。

次に、S 3 2 4 で、C P U は、発熱抵抗体 3 4 の低温時電圧 (V L n) を取得し、周期時間 T W が経過したか否かを判定する (S 3 2 6) 。 S 3 2 6 で Y e s であれば S 3 2 8 へ移行し、N o であれば S 3 2 6 に戻って T W が経過するのを待つ。

S 3 2 8 で、C P U は、発熱抵抗体 3 4 を高温側 (第 1 設定温度 (C H) 側) へ切り替え、S 3 0 6 へ戻る。

以上のようにして取得された V H m、V L n、V T H m 及び V T L n は、濃度演算フラグと関連付けて記憶装置 8 (R A M) に記憶され、以下のガス濃度演算処理で読み出される。

【 0 0 7 3 】

次に、図 9 を参照し、ガス濃度演算処理を説明する。なお、ガス濃度演算処理は、上記した周期時間 T W 毎に行う。すなわち、図 8 の S 3 0 6 ~ S 3 1 4 の区間が周期時間 T W で処理されるので、S 3 1 4 が経過した時点でガス濃度演算処理 (主に平均高温時電圧 V H m - 1 ' の算出) が行われ、さらに次の周期時間 T W で処理される S 3 1 6 ~ S 3 2 6 の区間でもガス濃度演算処理 (主に V T L n、V L n の取得) が行われることとなる。

但し、図 9 の処理は、ステップ S 2 0 4 が無く、S 2 0 2 から直ちに S 2 0 6 に移行すること以外は、図 6 で述べた処理の S 2 0 6 ~ S 2 2 6 と同一であるので、同一のステップ番号を付して説明を省略する。

【 0 0 7 4 】

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、マイコン 7 における各処理を実行するための各種のプログラムやデータを記憶するための装置は、マイコン 7 の内部に備えられる記憶装置 8 に限られることはなく、マイコン 7 との間で情報伝達が可能なあらゆる形態の外部記憶装置や記録媒体でもよい。この場合、マイコン 7 は、外部記憶装置や記録媒体から読み込んだ各種のプログラムやデータを用いて各処理を実行する。記録媒体としては、例えば、持ち運び可能な半導体メモリ (例えば、U S B メモリ、メモリカード (登録商標) など)、C D - R O M や D V D などの光ディスク、磁気ディスク等が含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

- 1 可燃性ガス検出装置
- 3 4 発熱抵抗体
- C H 第 1 設定温度
- C L 第 2 設定温度
- V H 高温時電圧
- V L 低温時電圧
- V H ' 平均高温時電圧
- V L ' 平均低温時電圧
- T W 周期時間
- T 環境温度
- 7 マイコン (通電制御部、ガス濃度演算部)
- 5 0 通電制御回路 (通電制御部)
- 3 0 基板
- 3 5 測温抵抗体

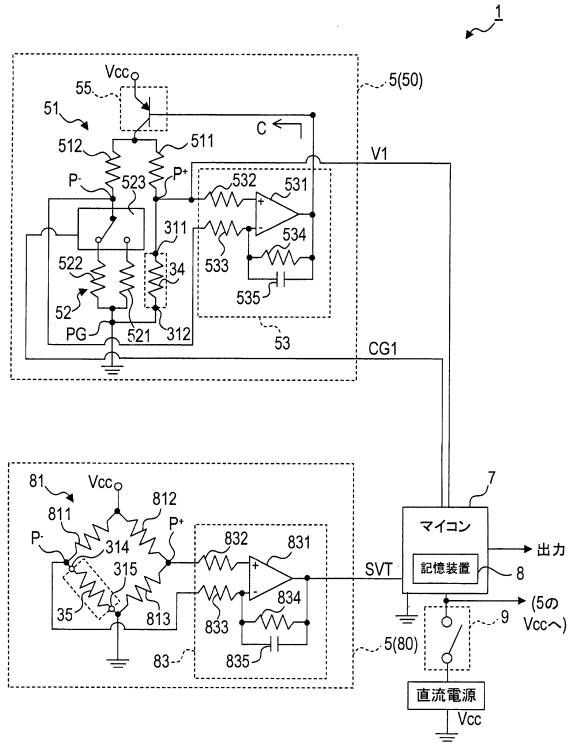
10

20

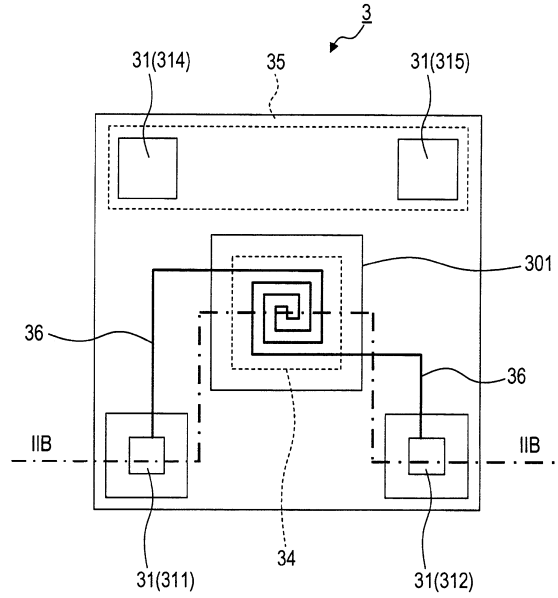
30

40

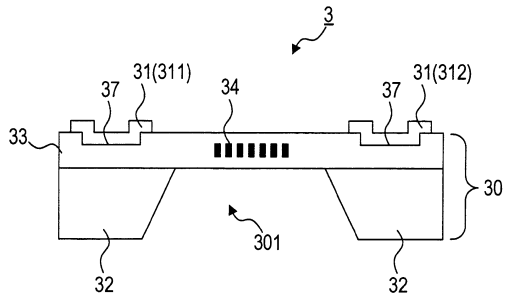
【図1】



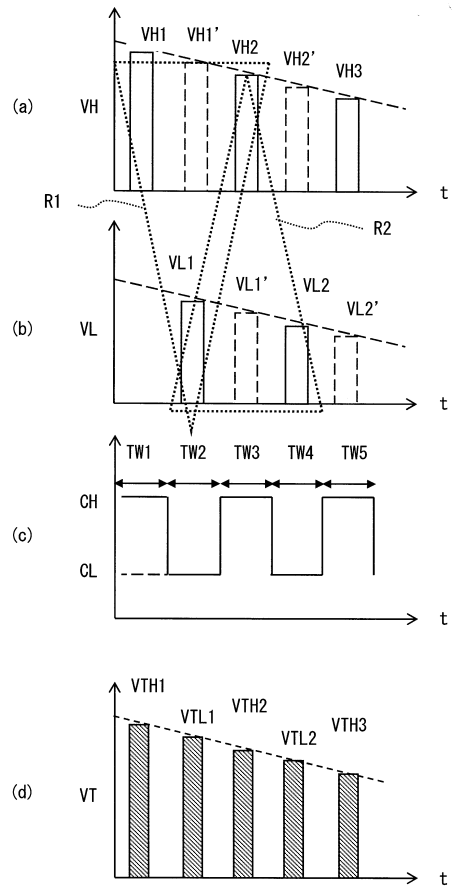
【図2】



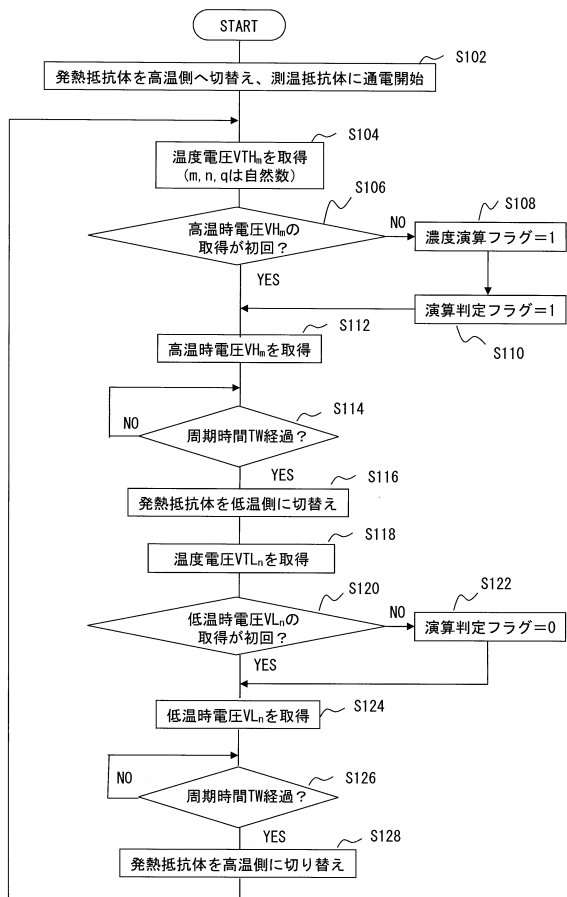
【図3】



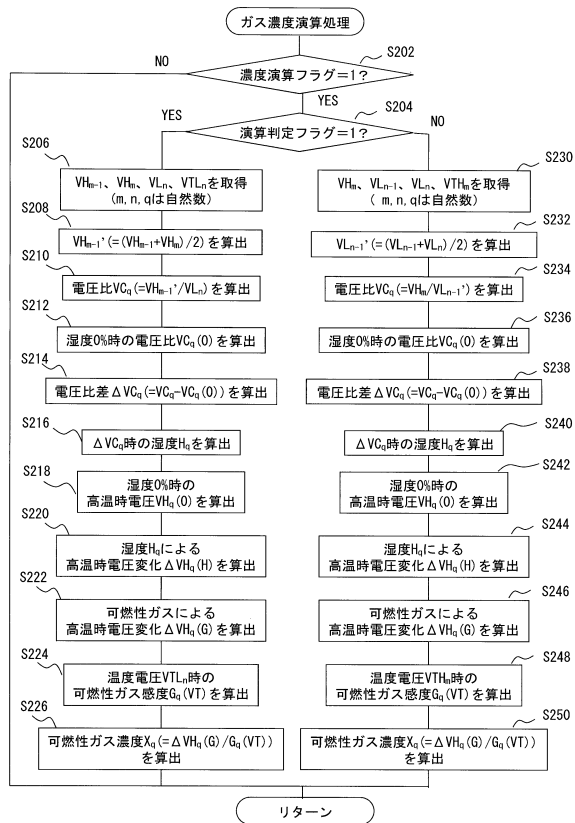
【図4】



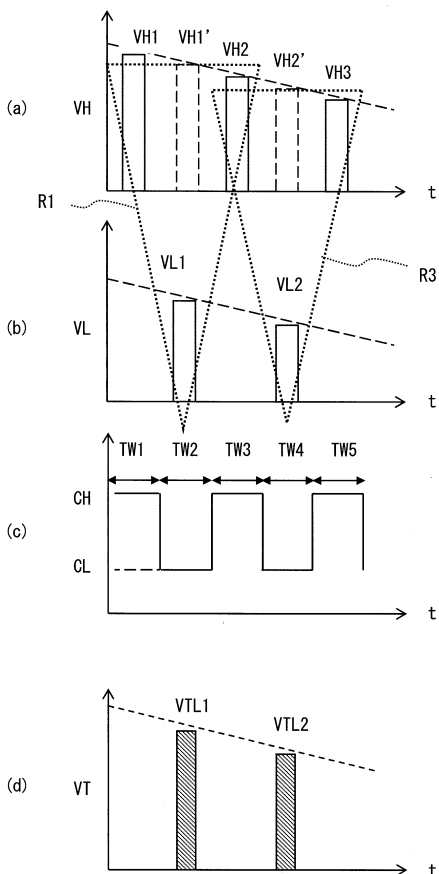
【図5】



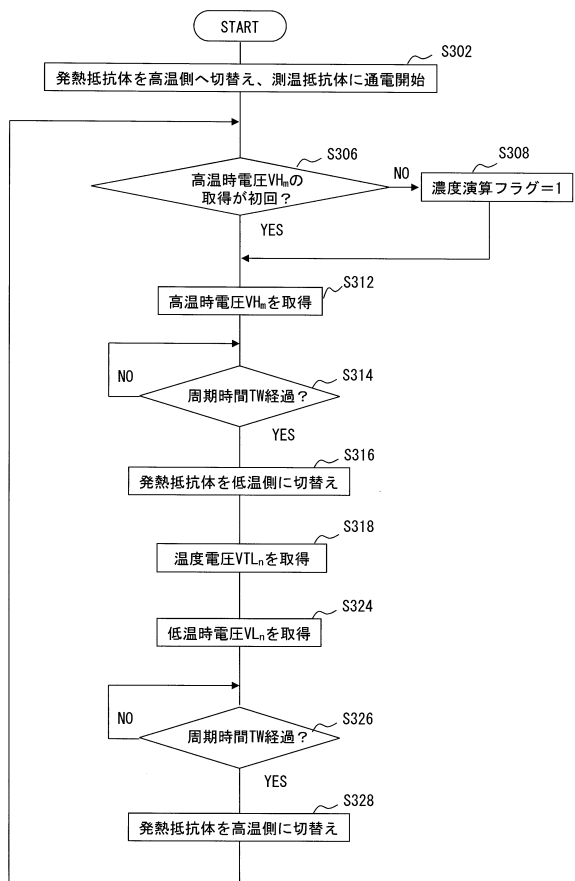
【図6】



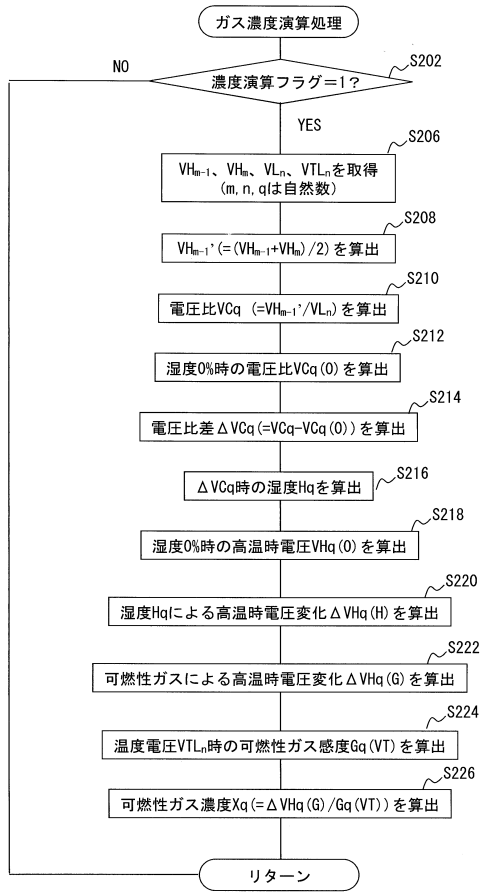
【図7】



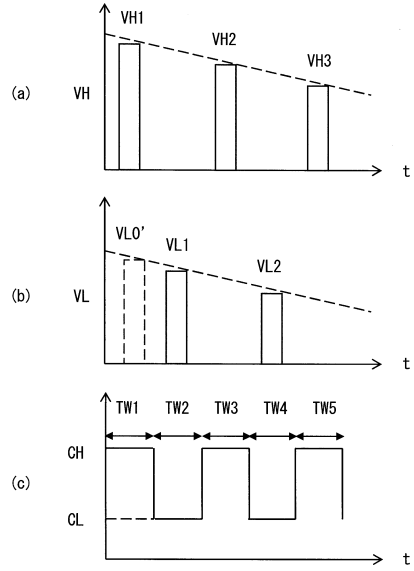
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 昌哉

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

審査官 佐々木 龍

(56)参考文献 特開2011-237407(JP,A)

特開2009-168711(JP,A)

特開2003-153881(JP,A)

特開2010-019762(JP,A)

特開平02-104037(JP,A)

特許第4302611(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 27/00 - 27/49

JSTPlus/JST7580(JDreamIII)