

(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
2018年7月26日(26.07.2018)



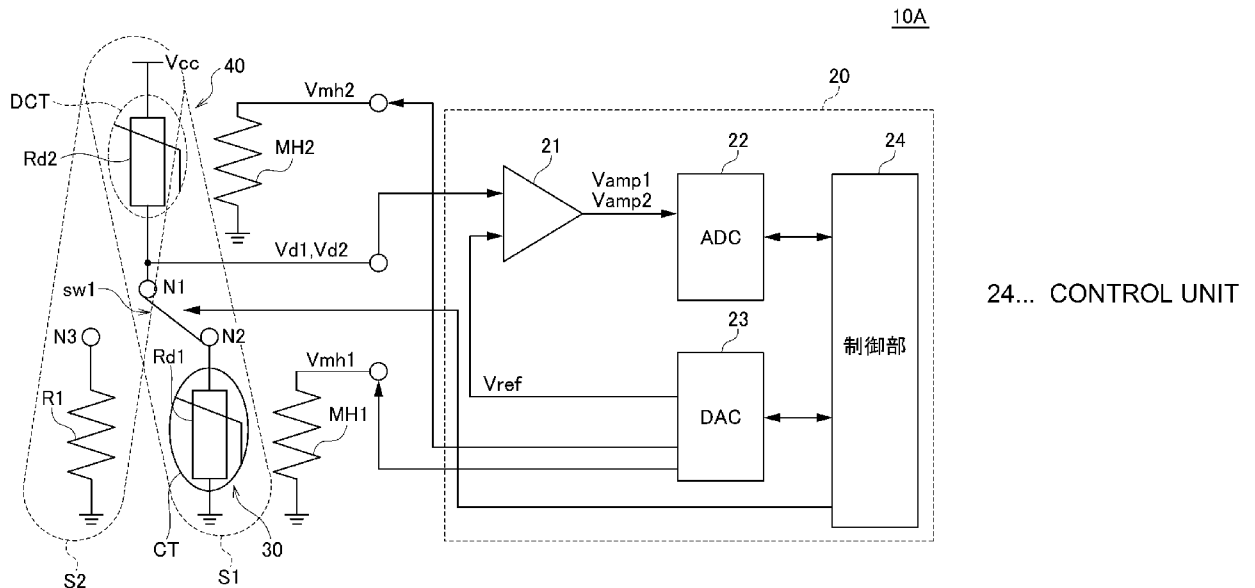
(10) 国際公開番号
WO 2018/135100 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/16 (2006.01) G01N 27/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/040349
- (22) 国際出願日: 2017年11月9日(09.11.2017)
- (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 2017-007319 2017年1月19日(19.01.2017) JP
- (71) 出願人: T D K株式会社(TDK CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目
9番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 海田 佳生(KAITA Yoshio); 〒1080023
東京都港区芝浦三丁目9番1号 T D
K株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鷲頭 光宏, 外(WASHIZU Mitsuhiro et
al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目5番
1号第三太陽ビル7F 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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: GAS SENSOR

(54) 発明の名称: ガスセンサ

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To accurately measure the concentration of a gas to be detected even if the gas to be detected and miscellaneous gas are mixed. [Solution] The present invention is provided with a first sensor unit S1 capable of detecting the mixed concentration of a first gas and second gas, a second sensor unit S2 that has a higher detection sensitivity to the second gas than the first gas, and a signal processing circuit 20 for calculating the concentration of the first gas by subtracting the concentration of the second gas detected by the second sensor unit from the mixed concentration detected

WO 2018/135100 A1

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).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

by the first sensor unit S1. Because the concentration of the second gas detected by the second sensor unit S2 is subtracted from the mixed concentration detected by the first sensor unit S1, the present invention makes it possible to cancel the effect of the second gas, which is miscellaneous gas, and accurately calculate the concentration of the first gas, which is the gas to be detected.

(57) 要約: 【課題】 検出対象ガスと雑ガスが混在している場合であっても、検出対象ガスの濃度を正確に測定する。【解決手段】 第1のガスと第2のガスの混合濃度を検出可能な第1のセンサ部S1と、第1のガスよりも第2のガスに対する検出感度が高い第2のセンサ部S2と、第1のセンサ部S1によって検出された混合濃度から、第2のセンサ部によって検出された第2のガスの濃度を減じることによって、第1のガスの濃度を算出する信号処理回路20とを備える。本発明によれば、第1のセンサ部S1によって検出された混合濃度から第2のセンサ部S2によって検出された第2のガスの濃度を減じていることから、雑ガスである第2のガスの影響をキャンセルし、検出対象である第1のガスの濃度を正しく算出することが可能となる。

明 細 書

発明の名称 : ガスセンサ

技術分野

[0001] 本発明は、雰囲気中に含まれるガスを検出するガスセンサに関し、特に、検出対象ガスとは異なる雑ガスの影響をキャンセル可能なガスセンサに関する。

背景技術

[0002] 近年、COガスなど人体に有害なガスを検知するガスセンサが普及している。例えば、特許文献1及び2には、検出対象ガスと非検出対象である雑ガスを識別することが可能な接触燃焼式のガスセンサが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2001-175969号公報
特許文献2：特開2002-323468号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1及び2に記載されたガスセンサは、検出対象ガスと雑ガスを識別することはできるものの、検出対象ガスと雑ガスが混在している場合に検出対象ガスの濃度を正確に測定することは困難であった。

[0005] したがって、本発明の目的は、検出対象ガスと雑ガスが混在している場合であっても、検出対象ガスの濃度を正確に測定することが可能なガスセンサを提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明によるガスセンサは、第1のガスと第2のガスの混合濃度を検出可能な第1のセンサ部と、前記第1のガスよりも前記第2のガスに対する検出感度が高い第2のセンサ部と、前記第1のセンサ部によって検出された前記混合濃度から、前記第2のセンサ部によって検出された前記第2のガスの濃

度を減じることによって、前記第1のガスの濃度を算出する信号処理回路とを備えることを特徴とする。

[0007] 本発明によれば、第1のセンサ部によって検出された混合濃度から第2のセンサ部によって検出された第2のガスの濃度を減じていることから、雑ガスである第2のガスの影響をキャンセルし、検出対象である第1のガスの濃度を正しく算出することが可能となる。

[0008] 本発明において、前記第1及び第2のガスは可燃性ガスであり、前記第1のセンサ部は接触燃焼式のセンサであることが好ましく、前記第1のガスは前記第2のガスよりも熱伝導率が測定環境雰囲気近く、前記第2のセンサ部は熱伝導式のセンサであることがより好ましい。これによれば、可燃性の雑ガスの存在による測定誤差を軽減することが可能となる。ここで、前記第1のガスは例えばCOガスであり、前記第2のガスは例えばエタノール、酢酸又は有機系消臭剤である。

[0009] 本発明において、前記第1のセンサ部は、第1のサーミスタと前記第1のサーミスタの近傍に配置された触媒を含み、前記第2のセンサ部は、第2のサーミスタを含み、前記第2のサーミスタの近傍には触媒が配置されていないことが好ましい。これによれば、検出対象ガスの燃焼を促進させることができる。

[0010] この場合、前記第2のセンサ部は、抵抗をさらに含み、前記第2のサーミスタは、前記第1のセンサ部と前記第2のセンサ部に兼用されており、前記第1のセンサ部は、前記第1のサーミスタと前記第2のサーミスタの接続点から第1の検出信号を出力し、前記第2のセンサ部は、前記第2のサーミスタと前記抵抗の接続点から第2の検出信号を出力する構成であっても構わない。これによれば、必要な素子数を削減することができる。この場合、前記第2のセンサ部は、前記第2のサーミスタの近傍に配置された触媒作用を持たないダミー触媒をさらに含むことが好ましい。これによれば、サーミスタの経時変化、環境温度の変化、不可燃性の雑ガスの存在などによる測定誤差を低減することが可能となる。

- [0011] 或いは、前記第1のセンサ部は、第1及び第2のサーミスタと前記第1のサーミスタの近傍に配置された触媒を含み、前記第2のセンサ部は、第3のサーミスタ及び抵抗を含み、前記第1のセンサ部は、前記第1のサーミスタと前記第2のサーミスタの接続点から第1の検出信号を出力し、前記第2のセンサ部は、前記第3のサーミスタと前記抵抗の接続点から第2の検出信号を出力し、前記第2のサーミスタの近傍には触媒が配置されていない構成であっても構わない。これによれば、第1のセンサ部による測定と第2のセンサ部による測定を同時又は非同期に実行することが可能となる。この場合、前記第1のセンサ部は、前記第2のサーミスタの近傍に配置された触媒作用を持たないダミー触媒をさらに含むことが好ましい。これによれば、サーミスタの経時変化、環境温度の変化、不可燃性の雑ガスの存在などによる測定誤差を低減することが可能となる。また、第2のセンサ部は、前記抵抗に対して並列に接続された第4のサーミスタをさらに含んでも構わない。これによれば、湿度による測定誤差をキャンセルすることが可能となる。また、第2のセンサ部を用いてCO₂ガスの濃度を測定することも可能となる。
- [0012] 本発明において、前記信号処理回路は、前記第1の検出信号に基づいて前記第2のガスの種類を判定することが好ましい。これによれば、雑ガスの種類に応じたより正確なキャンセル動作を行うことが可能となる。この場合、前記信号処理回路は、前記第1の検出信号の立ち上がり波形に基づいて前記第2のガスの種類を判定することができる。また、前記信号処理回路は、前記第1の検出信号の傾きに基づいて前記第1のガスの有無を判定しても構わない。
- [0013] 本発明において、前記信号処理回路は、所定の検出サイクルで前記第1のガスの濃度を算出し、前記第2のセンサ部によって検出された前記第2のガスの濃度が所定値を超えていることに応答して、前記検出サイクルを短縮しても構わない。これによれば、第1のセンサ部に付着した雑ガスを速やかに除去することが可能となる。
- [0014] 本発明において、前記信号処理回路は、前記第1のセンサ部による前記第

2のガスの検出感度と前記第2のセンサ部による前記第2のガスの検出感度との差を補正することが好ましい。これによれば、感度補正によって雑ガスの影響を正確にキャンセルすることが可能となる。

発明の効果

[0015] このように、本発明によれば、検出対象ガスと雑ガスが混在している場合であっても、検出対象ガスの濃度を正確に測定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態によるガスセンサ10Aの構成を示す回路図である。

[図2]図2は、第1のセンサ部S1の構成を説明するための上面図である。

[図3]図3は、図2に示すA-A線に沿った断面図である。

[図4]図4は、ガスセンサ10Aの動作を説明するためのフローチャートである。

[図5]図5は、測定雰囲気中にCOガスと酢酸が混在している場合におけるガスセンサ10Aの動作の一例を示すグラフであり、(a)は第1のセンサ部S1の出力波形を示し、(b)は第2のセンサ部S2の出力波形を示し、(c)は差分値の算出結果を示している。

[図6]図6は、第1のセンサ部S1を用いた測定において、測定雰囲気中に各種のガスが存在する場合に差動アンプ21から出力される信号の波形を示す図である。

[図7]図7は、雑ガスの種類を判別する動作を説明するためのフローチャートである。

[図8]図8は、第1のセンサ部S1を用いた測定において、測定雰囲気中に各種のガスが存在する場合に差動アンプ21から出力される信号の波形を示す図であり、(a)はCOガス、エタノール又はその混合ガスが存在する場合を示し、(b)はCOガス、酢酸又はその混合ガスが存在する場合を示し、(c)はCOガス、有機系消臭剤又はその混合ガスが存在する場合を示している。図8(d)は、雑ガスの種類ごとにCOの有無による波形の傾きの比

率を示すテーブルである。

[図9]図9は、COガスの有無を判別する動作を説明するためのフローチャートである。

[図10]図10は、スイッチSW1の切り替え動作と制御電圧Vmh1、Vmh2との関係を説明するためのタイミング図である。

[図11]図11は、スイッチSW1の切り替え動作と制御電圧Vmh1、Vmh2との関係を説明するための別のタイミング図である。

[図12]図12は、本発明の第2の実施形態によるガスセンサ10Bの構成を示す回路図である。

[図13]図13は、制御電圧Vmh1～Vmh3の変化を説明するためのタイミング図である。

[図14]図14は、本発明の第3の実施形態によるガスセンサ10Cの構成を示す回路図である。

[図15]図15は、本発明の第4の実施形態によるガスセンサ10Dの構成を示す回路図である。

[図16]図16は、第3及び第4のサーミスタRd3、Rd4の検出感度を説明するための模式的なグラフである。

[図17]図17は、制御電圧Vmh1～Vmh4の波形の一例を示すタイミング図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態について詳細に説明する。

[0018] <第1の実施形態>

図1は、本発明の第1の実施形態によるガスセンサ10Aの構成を示す回路図である。

[0019] 図1に示すように、本実施形態によるガスセンサ10Aは、第1のセンサ部S1、第2のセンサ部S2及び信号処理回路20を備えている。特に限定されるものではないが、本実施形態によるガスセンサ10Aは、雰囲気中に

おけるCOガスの濃度を検出するものであり、後述するように、エタノール、酢酸、有機系消臭剤などの雑ガスの影響をキャンセルすることが可能である。

[0020] 第1のセンサ部S1は、検出対象ガスであるCOガスの濃度を検出するための接触燃焼式的气体センサであり、第1のサーミスタRd1と第2のサーミスタRd2が電源配線間（Vcc配線とGND配線との間）に直列に接続された構成を有している。第1及び第2のサーミスタRd1、Rd2は、例えば、複合金属酸化物、アモルファスシリコン、ポリシリコン、ゲルマニウムなどの負の抵抗温度係数を持つ材料からなる。このうち、第1のサーミスタRd1は触媒CTで覆われており、第2のサーミスタRd2はダミー触媒DCTで覆われている。

[0021] 触媒CTは、 γ アルミナなどに白金（Pt）を担持させたものを、バインダーとともにペースト状にして、塗布・焼成を行ったものを用いることができる。尚、担持させる材料としては、金（Au）又はパラジウム（Pd）などの触媒金属であっても構わない。一方、ダミー触媒DCTは、白金（Pt）などの触媒金属を含まない γ アルミナなどからなり、第1のサーミスタRd1と第2のサーミスタRd2の熱容量を一致させる目的で設けられる。

[0022] 触媒CTは、第1のヒータ抵抗MH1によって所定の温度に加熱されると、検出対象ガスであるCOガスと雰囲気中のO₂ガスの反応（燃焼）を促進させ、CO₂ガスに変化させる。その際に生じる反応熱は第1のサーミスタRd1に伝導し、その抵抗値を変化させる。これに対し、ダミー触媒DCTは、第2のヒータ抵抗MH2によって所定の温度に加熱されても、COガスの燃焼を促進させないため、第2のサーミスタRd2の抵抗値は、第2のヒータ抵抗MH2による加熱のみを反映したものとなる。

[0023] したがって、第1のサーミスタRd1と第2のサーミスタRd2の接続点から出力される第1の検出信号Vd1は、測定環境雰囲気中における可燃性ガスの濃度に応じたレベルとなる。第1の検出信号Vd1は、信号処理回路20に入力される。

- [0024] 第2のセンサ部S2は、エタノール、酢酸、有機系消臭剤などの雑ガスの濃度を検出するための熱伝導式のガスセンサであり、第2のサーミスタRd2と抵抗R1が電源配線間（Vcc配線とGND配線との間）に直列に接続された構成を有している。図1に示すように、第2のサーミスタRd2は、第1のセンサ部S1と第2のセンサ部S2によって兼用されており、その切り替えはスイッチSW1によって行われる。
- [0025] 第2のサーミスタRd2と抵抗R1の接続点からは、第2の検出信号Vd2が取り出され、信号処理回路20に入力される。
- [0026] 信号処理回路20は、差動アンプ21、ADコンバータ（ADC）22、DAコンバータ（DAC）23及び制御部24を備えている。差動アンプ21は、第1又は第2の検出信号Vd1、Vd2とリファレンス電圧Vrefを比較し、その差を増幅する回路である。差動アンプ21から出力される増幅信号Vamp1、Vamp2は、ADコンバータ22に入力される。ADコンバータ22は増幅信号Vamp1、Vamp2をデジタル変換し、その値を制御部24に供給する。一方、DAコンバータ23は、制御部24から供給されるリファレンス信号をアナログ変換することによってリファレンス電圧Vrefを生成するとともに、第1及び第2のヒータ抵抗MH1、MH2に供給する制御電圧Vmh1、Vmh2を生成する役割を果たす。また、制御部24は、スイッチSW1の切り替えなど、後述する各種動作を制御する。
- [0027] 図2は、第1のセンサ部S1の構成を説明するための上面図である。また、図3は、図2に示すA-A線に沿った断面図である。尚、図面は模式的なものであり、説明の便宜上、厚みと平面寸法との関係、デバイス相互間の厚みの比率などは、本実施形態の効果が得られる範囲内で現実の構造とは異なっても構わない。
- [0028] 第1のセンサ部S1は、可燃性ガスの触媒反応に基づいてガス濃度を検出する接触燃焼式のガスセンサであり、図2及び図3に示すように、2つの検出部30、40と、これら検出部30、40を収容するセラミックパッケージ

ジ51を備えている。上述の通り、検出対象となる可燃性ガスはCOガスであるが、検出対象外である可燃性の雑ガス、例えば、エタノール、酢酸、有機系消臭剤などについても、不可避免的に検出される。

[0029] セラミックパッケージ51は、上部が開放された箱形のケースであり、上部にはリッド52が設けられている。リッド52は複数の通気口53を有しており、これにより、雰囲気中の可燃性ガスがセラミックパッケージ51内に流入可能とされている。尚、図面の見やすさを考慮して、図2においてはリッド52が省略されている。

[0030] 検出部30は、基板31と、基板31の下面及び上面にそれぞれ形成された絶縁膜32、33と、絶縁膜33上に設けられた第1のヒータ抵抗MH1と、第1のヒータ抵抗MH1を覆うヒータ保護膜34と、ヒータ保護膜34上に設けられた第1のサーミスタRd1及びサーミスタ電極35と、第1のサーミスタRd1及びサーミスタ電極35を覆うサーミスタ保護膜36と、サーミスタ保護膜36上に設けられた触媒CTを備える。

[0031] 基板31は、適度な機械的強度を有し、且つ、エッチングなどの微細加工に適した材質であれば特に限定されるものではなく、シリコン単結晶基板、サファイア単結晶基板、セラミック基板、石英基板、ガラス基板などを用いることができる。基板31には、第1のヒータ抵抗MH1による熱が基板31への伝導するのを抑制するため、平面視で第1のヒータ抵抗MH1と重なる位置にキャビティ31aが設けられている。キャビティ31aにより基板31が取り除かれた部分は、メンブレンと呼ばれる。メンブレンを構成すれば、基板31を薄肉化した分だけ熱容量が小さくなるため、より少ない消費電力で加熱を行うことが可能となる。

[0032] 絶縁膜32、33は、酸化シリコン又は窒化シリコンなどの絶縁材料からなる。絶縁膜32、33として例えば酸化シリコンを用いる場合には、熱酸化法やCVD (Chemical Vapor Deposition) 法などの成膜法を用いればよい。絶縁膜32、33の膜厚は、絶縁性が確保される限り特に限定されず、例えば0.1~1.0 μ m程度とすればよい。特

に、絶縁膜33は、基板31にキャビティ31aを形成する際のエッチング停止層としても用いられるため、当該機能を果たすのに適した膜厚とすればよい。

[0033] 第1のヒータ抵抗MH1は、温度によって抵抗率が変化する導電性物質からなり、比較的高融点の材料からなる金属材料、例えば、モリブデン(Mo)、白金(Pt)、金(Au)、タングステン(W)、タンタル(Ta)、パラジウム(Pd)、イリジウム(Ir)又はこれら何れか2種以上を含む合金などが好適である。また、イオンミリングなどの高精度なドライエッチングが可能である導電材質であることが好ましく、特に、耐腐食性が高い白金(Pt)を主成分とすることがより好適である。また、絶縁膜33との密着性を向上させるために、Ptの下地にチタン(Ti)などの密着層を形成することが好ましい。

[0034] 第1のヒータ抵抗MH1の上部には、ヒータ保護膜34が形成される。ヒータ保護膜34の材料としては、絶縁膜33と同じ材料を用いることが望ましい。第1のヒータ抵抗MH1は、数十度から数百度にまで上昇し、次に常温へ下がるという激しい熱変化を繰り返し生じるため、絶縁膜33及びヒータ保護膜34にも強い熱ストレスがかかり、この熱ストレスを継続的に受けると層間剥離やクラックといった破壊につながる。しかしながら、絶縁膜33とヒータ保護膜34を同じ材料によって構成すれば、両者の材料特性が同じであり、且つ、密着性が強固であることから、異種材料を用いた場合と比べて、層間剥離やクラックといった破壊が生じにくくなる。ヒータ保護膜34の材料として酸化シリコンを用いる場合、熱酸化法やCVD法などの方法により成膜すればよい。ヒータ保護膜34の膜厚は、第1のサーミスタRd1及びサーミスタ電極35との絶縁が確保される膜厚であれば特に限定されず、例えば0.1~3.0 μ m程度とすればよい。

[0035] 第1のサーミスタRd1は、複合金属酸化物、アモルファスシリコン、ポリシリコン、ゲルマニウムなどの負の抵抗温度係数を持つ材料からなり、スパッタ法、CVDなどの薄膜プロセスを用いて形成することができる。第1

のサーミスタ R d 1 の膜厚は、目標とする抵抗値に応じて調整すればよく、例えば Mn Ni Co 系酸化物を用いて室温での抵抗値 (R 2 5) を 2 MΩ 程度に設定するのであれば、一对のサーミスタ電極 3 5 間の距離にもよるが 0.2 ~ 1 μm 程度の膜厚に設定すればよい。ここで、感温抵抗素子としてサーミスタを用いているのは、また、白金測温体などに比べて抵抗温度係数が大きいことから、大きな検出感度を得ることができるためである。また、薄膜構造であることから、第 1 のヒータ抵抗 MH 1 及び触媒 C T の発熱を効率よく検出することも可能となる。

[0036] サーミスタ電極 3 5 は、所定の間隔を持った一对の電極であり、一对のサーミスタ電極 3 5 間に第 1 のサーミスタ R d 1 が設けられる。これにより、一对のサーミスタ電極 3 5 間における抵抗値は、第 1 のサーミスタ R d 1 の抵抗値によって決まる。サーミスタ電極 3 5 の材料としては、第 1 のサーミスタ R d 1 の成膜工程および熱処理工程などのプロセスに耐えうる導電性物質であって、比較的高融点の材料、例えば、モリブデン (Mo)、白金 (Pt)、金 (Au)、タングステン (W)、タンタル (Ta)、パラジウム (Pd)、イリジウム (Ir) 又はこれら何れか 2 種以上を含む合金などが好適である。

[0037] 第 1 のサーミスタ R d 1 及びサーミスタ電極 3 5 は、サーミスタ保護膜 3 6 で覆われる。尚、第 1 のサーミスタ R d 1 と還元性を持つ材料を接触させて高温状態にすると、サーミスタから酸素を奪って還元を引き起こし、サーミスタ特性に影響を与えてしまう。これを防止するためには、サーミスタ保護膜 3 6 の材料としては、シリコン酸化膜等の還元性を持たない絶縁性酸化膜であることが望ましい。

[0038] 図 2 に示すように、第 1 のヒータ抵抗 MH 1 の両端は、サーミスタ保護膜 3 6 の表面に設けられた電極パッド 3 7 a, 3 7 b にそれぞれ接続される。また、サーミスタ電極 3 5 の両端は、サーミスタ保護膜 3 6 の表面に設けられた電極パッド 3 7 c, 3 7 d にそれぞれ接続される。これらの電極パッド 3 7 a ~ 3 7 d は、ボンディングワイヤ 5 5 を介して、セラミックパッケージ

ジ51に設けられたパッケージ電極54に接続される。パッケージ電極54は、セラミックパッケージ51の裏面に設けられた外部端子56を介して、図1に示す信号処理回路20に接続される。

[0039] 触媒CTは、 γ アルミナなどに白金(Pt)などの触媒金属を担持させたものであり、第1のヒータ抵抗MH1によって所定の温度に加熱されると、雰囲気中の可燃性ガスと O_2 ガスの反応(燃焼)を促進させる。例えば、検出対象ガスであるCOガスが存在すると、雰囲気中の O_2 ガスとの反応(燃焼)を促進させ、 CO_2 ガスに変化させる。その際に生じる反応熱は第1のサーミスタRd1に伝導し、第1のサーミスタRd1の抵抗値を変化させる。

[0040] このように、検出部30は、第1のヒータ抵抗MH1、第1のサーミスタRd1及び触媒CTが基板31上に積層された構成を有していることから、第1のヒータ抵抗MH1によって生じる熱が触媒CT及び第1のサーミスタRd1に効率よく伝わるとともに、触媒CTの反応熱が第1のサーミスタRd1に効率よく伝わる。

[0041] 一方、検出部40は、基板41と、基板41の下面及び上面にそれぞれ形成された絶縁膜42、43と、絶縁膜43上に設けられた第2のヒータ抵抗MH2と、第2のヒータ抵抗MH2を覆うヒータ保護膜44と、ヒータ保護膜44上に設けられた第2のサーミスタRd2及びサーミスタ電極45と、第2のサーミスタRd2及びサーミスタ電極45を覆うサーミスタ保護膜46と、サーミスタ保護膜46上に設けられたダミー触媒DCTを備える。

[0042] 基板41は、検出部30に用いられる基板31と同様の材料からなるとともに、同様の構成を有している。つまり、平面視で第2のヒータ抵抗MH2と重なる位置にキャビティ41aが設けられ、これにより、第2のヒータ抵抗MH2による熱が基板41へ伝導するのを抑制している。絶縁膜42、43の材料についても絶縁膜32、33と同様であり、酸化シリコン又は窒化シリコンなどの絶縁材料が用いられる。絶縁膜42、43の厚みも絶縁膜32、33と同様である。

[0043] また、第2のヒータ抵抗MH2、ヒータ保護膜44、第2のサーミスタR

d 2、サーミスタ電極 4 5 及びサーミスタ保護膜 4 6 についても、検出部 3 0 に用いられる第 1 のヒータ抵抗 MH 1、ヒータ保護膜 3 4、第 1 のサーミスタ R d 1、サーミスタ電極 3 5 及びサーミスタ保護膜 3 6 とそれぞれ同じ構成を有している。第 2 のヒータ抵抗 MH 2 の両端は、サーミスタ保護膜 4 6 の表面に設けられた電極パッド 4 7 a、4 7 b にそれぞれ接続される。また、サーミスタ電極 4 5 の両端は、サーミスタ保護膜 4 6 の表面に設けられた電極パッド 4 7 c、4 7 d にそれぞれ接続される。これらの電極パッド 4 7 a～4 7 d は、ボンディングワイヤ 5 5 を介して、セラミックパッケージ 5 1 に設けられたパッケージ電極 5 4 に接続される。

[0044] ダミー触媒 D C T は、白金 (P t) などの触媒金属を含まない他は、触媒 C T と同じ構成を有している。したがって、ダミー触媒 D C T に触媒作用はなく、あくまで検出部 3 0 と検出部 4 0 の熱容量を一致させる目的で設けられる。

[0045] 以上の構成を有する検出部 3 0、4 0 は、いずれもウェハ状態で多数個同時に作製され、ダイシングによって個片化された後、ダイペースト (図示せず) を用いてセラミックパッケージ 5 1 に固定される。その後、電極パッド 3 7 a～3 7 d、4 7 a～4 7 d と、対応するパッケージ電極 5 4 を、ワイヤボンディング装置を用いてボンディングワイヤ 5 5 で接続する。ボンディングワイヤ 5 5 の材料としては、A u、A l、C u など、抵抗の低い金属が好適である。

[0046] 最後に、接着性樹脂 (図示せず) などを用いて、外気との通気口 5 3 を有するリッド 5 2 をセラミックパッケージ 5 1 に固定する。この際、接着性樹脂 (図示せず) の硬化加熱時に、接着性樹脂に含まれる物質がガスとなって発生するが、通気口 5 3 により容易にパッケージ外へ放出されるため、検出部 3 0、4 0 に影響を与えることはない。

[0047] このようにして完成した第 1 のセンサ部 S 1 は、外部端子 5 6 を介して信号処理回路 2 0 や電源に接続される。また、スイッチ S W 1 や第 2 のセンサ部 S 2 を構成する抵抗 R 1 は、信号処理回路 2 0 に内蔵するか、或いは、信

号処理回路20が実装される回路基板上に設けられる。

- [0048] 以上が本実施形態によるガスセンサ10Aの構成である。次に、本実施形態によるガスセンサ10Aの動作について説明する。
- [0049] 図4は、本実施形態によるガスセンサ10Aの動作を説明するためのフローチャートである。
- [0050] まず、信号処理回路20に含まれる制御部24によってスイッチSW1を制御し、ノードN1とN2を接続する(ステップS11)。これにより、第1のサーミスタRd1と第2のサーミスタRd2が直列に接続されることから、第1のセンサ部S1が選択された状態となる。この状態で制御電圧Vmh1, Vmh2をVactレベルとすることにより、第1及び第2のヒータ抵抗MH1, MH2による加熱を行う(ステップS12)。
- [0051] 第1及び第2のヒータ抵抗MH1, MH2による加熱を行うと、検出部30側においては第1のサーミスタRd1及び触媒CTが加熱される一方、検出部40側においては第2のサーミスタRd2及びダミー触媒DCTが加熱される。このため、測定雰囲気中にCOガスなどの可燃性ガスが存在している場合には、触媒CTによって燃焼が促進されるため、第2のサーミスタRd2よりも第1のサーミスタRd1の温度が高くなる。これによって生じる第1及び第2のサーミスタRd1, Rd2の抵抗値の差は、第1の検出信号Vd1として現れる。
- [0052] 一方、測定雰囲気中にCO₂ガスのように空気と熱伝導率差の大きい不燃性ガスが存在している場合には、第1及び第2のサーミスタRd1, Rd2の放熱特性が変化するため、その抵抗値も変化するが、このような変化は第1及び第2のサーミスタRd1, Rd2に対して等しく生じるため、第1の検出信号Vd1には影響しない。つまり、空気と熱伝導率差の大きい不燃性ガスによる測定誤差はキャンセルされる。また、経時変化や環境温度の変化によっても第1及び第2のサーミスタRd1, Rd2の抵抗値が変化するが、このような変化についても第1及び第2のサーミスタRd1, Rd2に対して等しく生じることから、第1の検出信号Vd1には影響しない。したがっ

て、第1のセンサ部S1から出力される第1の検出信号Vd1は、測定雰囲気中に含まれる可燃性ガスの濃度だけを実質的に反映したものとなる。

[0053] 第1の検出信号Vd1は、信号処理回路20に含まれる差動アンプ21によって増幅信号Vamp1に変換された後、ADコンバータ22に入力される。ADコンバータ22は、第1及び第2のヒータ抵抗MH1、MH2による加熱が開始された後、所定のタイミングでサンプリングを行い、サンプリングした増幅信号Vamp1をデジタル変換してサンプリング値A1'を生成し、これを制御部24に供給する（ステップS13）。サンプリングのタイミングについては、第1及び第2のヒータ抵抗MH1、MH2による加熱を開始した直後のオーバーシュート波形をサンプリングしないよう、加熱を開始してから所定の期間が経過したタイミングとすることが好ましく、一定期間または複数回に亘ってサンプリングした値の平均値を用いることがより好ましい。その後、制御電圧Vmh1、Vmh2をグラウンドレベルに戻すことにより、第1及び第2のヒータ抵抗MH1、MH2による加熱を終了する（ステップS14）。

[0054] 上述の通り、ステップS13でサンプリングされた値は可燃性ガスの濃度を示すものであるが、検出対象であるCOガスの他、検出対象外である可燃性の雑ガス、例えば、エタノール、酢酸、有機系消臭剤などについても、不可避免的に検出される。つまり、ステップS13でサンプリングされた値は、検出対象ガス（COガス）と検出対象外である可燃性の雑ガスの混合濃度を示している。

[0055] 次に、制御部24によってスイッチSW1を制御し、ノードN1とN3を接続する（ステップS15）。これにより、第2のサーミスタRd2と抵抗R1が直列に接続されることから、第2のセンサ部S2が選択された状態となる。この状態で制御電圧Vmh2をVactレベルとすることにより、第2のヒータ抵抗MH2による加熱を行う（ステップS16）。尚、一連の動作を連続的に行う場合には、ステップS14にて制御電圧Vmh2をグラウンドレベルに戻す必要はなく、そのままVactレベルを維持しても構わない

(図10参照)。

- [0056] 第2のヒータ抵抗MH2による加熱を行うと、第2のサーミスタRd2及びダミー触媒DCTが加熱される。このため、測定雰囲気中にエタノール、酢酸、有機系消臭剤など、空気と熱伝導率差の大きい雑ガスが存在している場合には、その濃度に応じて第2のサーミスタRd2の放熱特性が変化する。これによって生じる第2のサーミスタRd2の抵抗値の変化は、第2の検出信号Vd2として現れる。
- [0057] 一方、本実施形態において検出対象とするCOガスは、空気と熱伝導率がほとんど同じ（少なくとも、エタノール、酢酸、有機系消臭剤などの雑ガスよりも熱伝導率が空気に近い）ため、第2の検出信号Vd2にはほとんど反映されない。したがって、第2のセンサ部S2から出力される第2の検出信号Vd2は、測定雰囲気中に含まれる、空気と熱伝導率差の大きい雑ガスの濃度だけを実質的に反映したものとなる。
- [0058] 第2の検出信号Vd2は、信号処理回路20に含まれる差動アンプ21によって増幅信号Vamp2に変換された後、ADコンバータ22に入力される。ADコンバータ22は、第2のヒータ抵抗MH2による加熱が開始された後、所定のタイミングでサンプリングを行い、サンプリングした増幅信号Vamp2をデジタル変換して計測値A2'を生成し、これを制御部24に供給する（ステップS17）。サンプリングのタイミングについては、上述の通りである。その後、制御電圧Vmh2をグラウンドレベルに戻すことにより、第2のヒータ抵抗MH2による加熱を終了する（ステップS18）。
- [0059] 次に、制御部24に記憶された基準値A0を読み出す（ステップS19）。基準値とは、測定環境雰囲気中に検出対象ガス及び雑ガスが存在しない場合に得られるサンプリング値に相当し、製造時にあらかじめ基準値A0を格納しておいても構わないし、検出対象ガス及び雑ガスが存在しない条件下で実際に計測を行うことによって基準値A0を取得しても構わない。また、第1のセンサ部S1に対応する基準値と第2のセンサ部S2に対応する基準値が異なる場合には、それぞれの基準値を読み出す。

[0060] 次に、ステップS 1 3及びステップS 1 7にて得られたサンプリング値に基づいて、計測値A 1, A 2を算出する(ステップS 2 0)。計測値A 1は、第1のセンサ部S 1によって検出されたガスの濃度を示す値であり、

$$A 1 = A 1' - A 0$$

によって算出される。一方、計測値A 2は、第2のセンサ部S 2によって検出されたガスの濃度を示す値であり、

$$A 2 = A 2' - A 0$$

によって算出される。つまり、いずれの計測値A 1, A 2も、測定雰囲気中に検出対象ガス及び雑ガスが存在しない場合に得られる基準値A 0に相当する信号成分が除去され、検出したガスに起因する信号成分のみが抽出される。

[0061] 次に、計測値A 1, A 2に基づいて差分値A 3を算出する(ステップS 2 1)。差分値A 3は、

$$A 3 = A 1 - A 2$$

によって算出される。これにより、第1のセンサ部S 1によって検出されたガス濃度から、第2のセンサ部S 2によって検出されたガス濃度がキャンセルされる。例えば、計測値A 1にエタノール、酢酸、有機系消臭剤などの雑ガスによる信号成分が重畳している場合であっても、当該成分がキャンセルされ、検出対象であるCOガスに起因する信号成分のみが抽出される。尚、第1のセンサ部S 1と第2のセンサ部S 2の検出感度に差がある場合には、感度補正を行う必要がある。

[0062] そして、差分値A 3をガス濃度に変換すれば、一連の検出動作が完了する(ステップS 2 2)。このように、本実施形態によるガスセンサ10Aによれば、第1のセンサ部S 1によって検出されたガス濃度から、第2のセンサ部S 2によって検出されたガス濃度がキャンセルされることから、雑ガスによる影響が排除される。これにより、検出対象であるCOガスの濃度をより正確に検出することが可能となる。

[0063] 図5は、測定雰囲気中にCOガスと酢酸が混在している場合におけるガス

センサ10Aの動作の一例を示すグラフであり、(a)は第1のセンサ部S1の出力波形を示し、(b)は第2のセンサ部S2の出力波形を示し、(c)は差分値の算出結果を示している。

[0064] 図5(a)に示す例では、時刻 t_{11} に第1及び第2のヒータ抵抗MH1, MH2による加熱を開始し(ステップS12)、時刻 t_{14} に加熱を終了している(ステップS14)。加熱時間は、0.2秒である。図5(a)に示すように、加熱を開始した直後においては、差動アンプ21から出力される増幅信号Vamp1がオーバーシュートしている。このため、波形が安定する時刻 t_{12} ~ t_{13} の期間にサンプリングを行っている(ステップS13)。尚、図5(a)に示す波形Vairは、第1のセンサ部S1を用いた測定において、測定雰囲気中に検出対象ガス及び雑ガスが存在しない場合に差動アンプ21から出力される信号の波形であり、第1のセンサ部S1の基準値A0に対応する。したがって、Vamp1とVairの差(計測値A1)がCOガスと酢酸の混合濃度を示すことになる。

[0065] 図5(b)に示す例では、時刻 t_{21} に第2のヒータ抵抗MH2による加熱を開始し(ステップS16)、時刻 t_{24} に加熱を終了している(ステップS18)。加熱時間は、同じく0.2秒である。図5(b)に示すように、加熱を開始した直後においては、差動アンプ21から出力される増幅信号Vamp2が不安定であることから、波形が安定する時刻 t_{22} ~ t_{23} の期間にサンプリングを行っている(ステップS17)。尚、図5(b)に示す波形Vairは、第2のセンサ部S2を用いた測定において、測定雰囲気中に検出対象ガス及び雑ガスが存在しない場合に差動アンプ21から出力される信号の波形であり、第2のセンサ部S2の基準値A0に対応する。したがって、Vamp2とVairの差(計測値A2)が酢酸の濃度を示すことになる。

[0066] そして、計測値A1から計測値A2を減算すれば、差分値A3が得られる。図5(c)に示す波形Vdefは、差分値A3に相当する信号成分を示す波形である。実際には、ADコンバータ22によって数値化された計測値A

1, A2を用いて制御部24が演算を行うため、図5(c)に示す波形Vdefが実際に生成されるわけではない。

[0067] 尚、図5(b)は感度補正後の波形を示している。一例として、第1のセンサ部S1におけるCO検出感度が $10\mu\text{V}/\text{ppm}$ 、第1のセンサ部S1における酢酸検出感度が $15\mu\text{V}/\text{ppm}$ 、第2のセンサ部S2における酢酸検出感度が $5\mu\text{V}/\text{ppm}$ 、差動アンプ21のゲインが100倍であるとすれば、第1のセンサ部S1と第2のセンサ部S2の酢酸検出感度に3倍の差が存在することから、これを補正する必要がある。図5(a), (b)に示す例では、計測値A1が0.7Vであり、計測値A2(感度補正後)が0.4Vであることから、その差である0.3VがCOガスに起因するものである。そして、CO検出感度が $10\mu\text{V}/\text{ppm}$ 、差動アンプ21のゲインが100倍であることから、COガスの濃度は、

$$0.3(\text{V}) / (10(\mu\text{V}/\text{ppm}) \times 100) = 300\text{ppm}$$

となる。

[0068] このように、第1のセンサ部S1における雑ガスの検出感度と第2のセンサ部S2における雑ガスの検出感度に差がある場合には、感度補正を行うことにより、雑ガスの影響を正確にキャンセルすることが可能となる。

[0069] 以上説明したように、本実施形態によるガスセンサ10Aは、検出対象であるCOガスに雑ガスが混在している場合であっても、雑ガスの影響をキャンセルすることができることから、検出対象であるCOガスの濃度をより正確に検出することが可能となる。

[0070] ここで、第1のセンサ部S1と第2のセンサ部S2の検出感度差が雑ガスの種類によって大きく異なる場合には、上述した動作に加え、雑ガスの種類を判別する動作を別途実行することが好ましい。

[0071] 図6は、第1のセンサ部S1を用いた測定において、測定雰囲気中に各種のガスが存在する場合に差動アンプ21から出力される信号の波形を示す図である。

[0072] 図6においては、時刻 $t_{41} \sim t_{42}$ に第1及び第2のヒータ抵抗MH1

、MH2による加熱を行った場合に得られる、差動アンプ21の出力波形を示している。ここで、図6に示す波形Vcoは雰囲気中に存在するガスがCOである場合に得られる波形、波形Vethは雰囲気中に存在するガスがエタノールである場合に得られる波形、波形Vaceは雰囲気中に存在するガスが酢酸である場合に得られる波形、波形Vorgは雰囲気中に存在するガスが有機系消臭剤である場合に得られる波形、波形Vairは空気のみである場合に得られる波形をそれぞれ示している。

[0073] 図6に示すように、増幅信号の波形は、雰囲気中に存在するガスの種類によって異なる。特に、加熱を開始してから波形が立ち上がるまでの時間や、ピークが現れるまでの時間などの立ち上がり波形がガスの種類によって異なることが分かる。図6には、ガスの種類ごとの立ち上がり開始時間及びピークが現れるまでの時間（立ち上がり時間）を示す表も示されている。このような特性の差を利用すれば、測定雰囲気中に存在するガスの種類を判別することが可能となる。

[0074] 図7は、雑ガスの種類を判別する動作を説明するためのフローチャートである。

[0075] まず、信号処理回路20に含まれる制御部24によってスイッチSW1を制御し、ノードN1とN2を接続する（ステップS31）。これにより、第1のサーミスタRd1と第2のサーミスタRd2が直列に接続されることから、第1のセンサ部S1が選択された状態となる。この状態で、図6に示す時刻t31の時点でサンプリングされた差動アンプ21の出力に基づき、サンプリング値B1を取得する（ステップS32）。

[0076] 次に、図6に示す時刻t41の時点で制御電圧Vmh1、Vmh2をVactレベルとすることにより、第1及び第2のヒータ抵抗MH1、MH2による加熱を行う（ステップS33）。さらに、図6に示す時刻t32～t35の時点でそれぞれサンプリングされた差動アンプ21の出力に基づき、サンプリング値B2～B5を取得する（ステップS34）。その後、制御電圧Vmh1、Vmh2をグラウンドレベルに戻すことにより、第1及び第2のヒ

ータ抵抗MH1, MH2による加熱を終了する(ステップS35)。

[0077] このようにしてサンプリング値B1~B5を取得した後、制御部24は、サンプリング値B1~B5の比較を行う。具体的には、まず、サンプリング値B1とサンプリング値B2を比較し、サンプリング値B2の方が大きいかなかを判定する(ステップS36)。その結果、サンプリング値B2の方が大きければ、測定雰囲気中に存在するガスをエタノールであると判定する(ステップS37)。ステップS37の判定結果が否である場合、サンプリング値B3とサンプリング値B4を比較し、サンプリング値B3の方が大きいかなかを判定する(ステップS38)。その結果、サンプリング値B3の方が大きければ、測定雰囲気中に存在するガスを酢酸であると判定する(ステップS39)。ステップS39の判定結果が否である場合、サンプリング値B4とサンプリング値B5を比較し、サンプリング値B4の方が大きいかなかを判定する(ステップS40)。その結果、サンプリング値B4の方が大きければ、測定雰囲気中に存在するガスを有機系消臭剤であると判定する(ステップS41)。これに対し、いずれも否であれば、測定雰囲気中に存在するガスは、エタノール、酢酸、有機系消臭剤のいずれでもないと判定する(ステップS42)。この場合、測定雰囲気中に存在するガスは空気のみ、或いは、COガスであると判定することができる。

[0078] このような方法によれば、雰囲気中に存在する雑ガスの種類を判定することができることから、雑ガスの種類に応じた適切な検出感度差の補正を行うことができる。上述の通り、雑ガスが酢酸である場合は、第1のセンサ部S1と第2のセンサ部S2の検出感度に例えば3倍の差が存在するが、雑ガスがエタノールである場合の検出感度差は例えば4.5倍、雑ガスが有機系消臭剤である場合の検出感度差は例えば2倍である。このように、第1のセンサ部S1と第2のセンサ部S2の検出感度差が雑ガスの種類によって大きく異なる場合であっても、上述した雑ガスの種類を判別する動作を別途実行すれば、差分値A3を算出する際に適切な感度補正を施すことが可能となる。

[0079] 図8は、第1のセンサ部S1を用いた測定において、測定雰囲気中に各種

のガスが存在する場合に差動アンプ21から出力される信号の波形を示す図であり、(a)はCOガス、エタノール又はその混合ガスが存在する場合を示し、(b)はCOガス、酢酸又はその混合ガスが存在する場合を示し、(c)はCOガス、有機系消臭剤又はその混合ガスが存在する場合を示している。また、図8(d)は、雑ガスの種類ごとにCOの有無による波形の傾きの比率を示すテーブルである。

[0080] 図8(a)～(c)においては、いずれも時刻 t_{61} ～ t_{62} に第1及び第2のヒータ抵抗MH1, MH2による加熱を行った場合に得られる差動アンプ21の出力波形を示している。ここで、図8(a)に示す波形 V_{co} は雰囲気中に存在するガスがCOである場合に得られる波形、波形 V_{eth} は雰囲気中に存在するガスがエタノールである場合に得られる波形、波形 V_{mix1} は雰囲気中に存在するガスがCOとエタノールの両方である場合に得られる波形である。また、図8(b)に示す波形 V_{co} は雰囲気中に存在するガスがCOである場合に得られる波形、波形 V_{ace} は雰囲気中に存在するガスが酢酸である場合に得られる波形、波形 V_{mix2} は雰囲気中に存在するガスがCOと酢酸の両方である場合に得られる波形である。さらに、図8(c)に示す波形 V_{co} は雰囲気中に存在するガスがCOである場合に得られる波形、波形 V_{org} は雰囲気中に存在するガスが有機系消臭剤である場合に得られる波形、波形 V_{mix3} は雰囲気中に存在するガスがCOと有機系消臭剤の両方である場合に得られる波形である。

[0081] 図8(a)～(c)に示すように、増幅信号の波形は、所定の雑ガスとともにCOガスが含まれているか否かによって異なる。特に、COガスの有無によって、ピークが現れた直後における波形の傾きと、ピークが現れてから所定時間が経過した後における波形の傾きとの差が異なる。図8(d)には、雑ガスの種類ごとに、COの有無による波形の傾きの比率を示すテーブルが示されている。このテーブルは制御部24に記憶されている。このような特性の差を利用すれば、所定の雑ガスとともにCOガスが含まれているか否かについても判別することが可能となる。

[0082] 図9は、COガスの有無を判別する動作を説明するためのフローチャートである。

[0083] まず、信号処理回路20に含まれる制御部24によってスイッチSW1を制御し、ノードN1とN2を接続する(ステップS51)。これにより、第1のサーミスタRd1と第2のサーミスタRd2が直列に接続されることから、第1のセンサ部S1が選択された状態となる。次に、図8に示す時刻t61の時点で制御電圧Vmh1、Vmh2をVactレベルとすることにより、第1及び第2のヒータ抵抗MH1、MH2による加熱を行う(ステップS52)。次に、図8に示す時刻t51～t54の時点でそれぞれサンプリングされた差動アンプ21の出力に基づき、サンプリング値C1～C4を取得する(ステップS53)。その後、制御電圧Vmh1、Vmh2をグラウンドレベルに戻すことにより、第1及び第2のヒータ抵抗MH1、MH2による加熱を終了する(ステップS54)。

[0084] 次に、図7のフローチャートに示した方法で判定された雑ガスの種類を読み出す(ステップS55)。そして、読み出された雑ガスに対応するテーブル及びサンプリング値C1～C4を参照することによってCOガスの有無を判定する(ステップS56)。図8にテーブルの一例を示すように、サンプリング値C1-C2の傾きとサンプリング値C3-C4の傾きの比は、COガスの有無によって既知であるため、ステップS53で取得されたサンプリング値C1～C4を解析すれば、雑ガスにCOガスが含まれているか否かを判定することができる。

[0085] このようにして得られた判定結果は、参考データとして利用することができる。例えば、図4のフローチャートに示す方法によって所定濃度を超えるCOガスが検出された一方で、図9のフローチャートに示す方法によってCOガスが含まれていないと判定された場合には、何らかの異常が発生しているか、或いは、測定誤差が著しく増大していると考えられる。このような場合、例えばエラー信号を発生させることによって注意を喚起することができる。

[0086] 図10は、スイッチSW1の切り替え動作と制御電圧 V_{mh1} 、 V_{mh2} との関係を説明するためのタイミング図である。

[0087] 図10に示す例では、時刻 t_{71} ～ t_{72} の期間にスイッチSW1のノードN1とノードN2が接続され、時刻 t_{72} ～ t_{73} の期間にスイッチSW1のノードN1とノードN3が接続される。これに連動して、時刻 t_{71} ～ t_{72} の期間に制御電圧 V_{mh1} を V_{act} レベルとするとともに、時刻 t_{71} ～ t_{73} の期間に制御電圧 V_{mh2} を V_{act} レベルとすることにより、第1のセンサ部S1及び第2のセンサ部S2を交互に活性化させている。一例として、時刻 t_{71} ～ t_{72} の期間および時刻 t_{72} ～ t_{73} の期間はいずれも0.2秒であり、この動作を30秒周期で実行している。これにより、30秒周期でCOガスの濃度を検出することが可能となる。また、COガスの濃度が所定値を超えた場合、検出サイクルを短縮することにより、COガスの濃度をより高頻度に検出しても構わない。

[0088] 図11は、スイッチSW1の切り替え動作と制御電圧 V_{mh1} 、 V_{mh2} との関係を説明するための別のタイミング図である。

[0089] 図11に示す例では、通常時、つまり雑ガスの濃度が検出限界未満あるいは所定値未満である場合には検出サイクルを30秒に設定し、雑ガス検出時、つまり雑ガスが検出された場合あるいは雑ガスの濃度が所定値以上である場合には検出サイクルを2秒に短縮している。このように、雑ガス検出時に検出サイクルを短縮することにより、雑ガスの燃焼が促進されるため、触媒CTの表面に付着した雑ガスを除去することが可能となる。

[0090] <第2の実施形態>

図12は、本発明の第2の実施形態によるガスセンサ10Bの構成を示す回路図である。

[0091] 図12に示すように、本実施形態によるガスセンサ10Bは、第1のセンサ部S1と第2のセンサ部S2の一部が兼用されておらず、互いに独立している点において、第1の実施形態によるガスセンサ10Aと相違している。

[0092] 具体的には、第3のサーミスタ R_{d3} 及びこれを加熱する第3のヒータ抵

抗MH3が追加されており、第3のサーミスタRd3と抵抗R1によって第2のセンサ部S2が構成される。したがって、第2の検出信号Vd2は、第3のサーミスタRd3と抵抗R1の接続点から出力される。これに伴い、スイッチSW1が削除されているとともに、第1の検出信号Vd1を受ける差動アンプ21aと第2の検出信号Vd2を受ける差動アンプ21bがそれぞれ別個に設けられている。その他の構成は、第1の実施形態によるガスセンサ10Aと基本的に同一であることから、同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0093] 図13は、制御電圧Vm h 1～Vm h 3の変化を説明するためのタイミング図である。

[0094] 図13に示す例では、時刻t 8 1～t 8 2の期間に制御電圧Vm h 1, V h m 2をV a c tレベルとするとともに、時刻t 8 2～t 8 3の期間に制御電圧Vm h 3をV a c tレベルとすることにより、第1のセンサ部S1及び第2のセンサ部S2を交互に活性化させている。一例として、時刻t 8 1～t 8 2の期間および時刻t 8 2～t 8 3の期間はいずれも0.2秒であり、この動作を30秒周期で実行している。これにより、30秒周期でCOガスの濃度を検出することが可能となる。また、COガスの濃度が所定値を超えた場合、検出サイクルを短縮することにより、COガスの濃度をより高頻度に検出しても構わない。

[0095] 本実施形態によるガスセンサ10Bは、スイッチSW1を備えておらず、第1のセンサ部S1と第2のセンサ部S2が独立しているため、第1のセンサ部S1を活性化させる期間と第2のセンサ部S2を活性化させる期間の一部または全部を重複させても構わない。但し、第1のセンサ部S1と第2のセンサ部S2との間における熱的干渉などを防止するためには、図13に示すように、これらを活性化させる期間を互いに分離することが好ましい。

[0096] <第3の実施形態>

図14は、本発明の第3の実施形態によるガスセンサ10Cの構成を示す回路図である。

[0097] 図14に示すように、本実施形態によるガスセンサ10Cは、第2のサーミスタRd2と抵抗R1が入れ替えられている点において、第1の実施形態によるガスセンサ10Aと相違している。これに伴い、第2のサーミスタRd2を覆うダミー触媒DCTは省略されている。その他の構成は、第1の実施形態によるガスセンサ10Aと基本的に同一であることから、同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0098] 本実施形態によるガスセンサ10Cの動作は、第1の実施形態によるガスセンサ10Aと基本的に同じである。しかしながら、第1の実施形態によるガスセンサ10Aとは異なり、第1のセンサ部S1が第1のサーミスタRd1と抵抗R1によって構成されていることから、測定雰囲気中にCO₂ガスのように空気と熱伝導率差の大きい不燃性ガスが存在すると、第1のサーミスタRd1の放熱特性が変化し、測定誤差となってしまう。このような誤差は、第2のセンサ部S2によってCO₂ガスの濃度を検出することにより、信号処理回路20においてキャンセルすることができる。

[0099] <第4の実施形態>

図15は、本発明の第4の実施形態によるガスセンサ10Dの構成を示す回路図である。

[0100] 図15に示すように、本実施形態によるガスセンサ10Dは、第2のセンサ部S2の抵抗R1に対して並列に接続された第4のサーミスタRd4及びこれを加熱する第4のヒータ抵抗MH4が追加されている点において、第2の実施形態によるガスセンサ10Bと相違している。第4のヒータ抵抗MH4には、DAコンバータ23から制御電圧Vmh4が与えられる。その他の構成は、第2の実施形態によるガスセンサ10Bと基本的に同一であることから、同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0101] 本実施形態においては、第3のサーミスタRd3と第4のサーミスタRd4が互いに異なる温度に加熱される。これは、制御電圧Vmh3と制御電圧Vmh4を互いに異なるレベルに設定することにより実現できる。第3及び第4のサーミスタRd3, Rd4を加熱した状態で測定雰囲気中に雑ガスが

存在すると、その濃度に応じて第3及び第4のサーミスタR d 3, R d 4の放熱特性が変化する。ここで、第3のサーミスタR d 3と第4のサーミスタR d 4は、互いに異なる温度に加熱されるため、第3のサーミスタR d 3における雑ガスの検出感度と、第4のサーミスタR d 4における雑ガスの検出感度は、互いに相違する。

[0102] さらに、第3及び第4のサーミスタR d 3, R d 4の放熱特性は、測定雰囲気中の湿度(H₂O)によっても変化する。ここでも、第3のサーミスタR d 3と第4のサーミスタR d 4は、互いに異なる温度に加熱されるため、第3のサーミスタR d 3における湿度の検出感度と、第4のサーミスタR d 4における湿度の検出感度は、互いに相違する。

[0103] 図16は、第3及び第4のサーミスタR d 3, R d 4の検出感度を説明するための模式的なグラフである。

[0104] 図16に示すように、第3のサーミスタR d 3における雑ガスの検出感度はある程度大きな値を有している一方、第4のサーミスタR d 4における雑ガスの検出感度は非常に小さく、無視できるレベルである。これに対し、第3のサーミスタR d 3における湿度の検出感度はaである一方、第4のサーミスタR d 4における湿度の検出感度はb(≠a)である。したがって、第3のサーミスタR d 3と第4のサーミスタR d 4を単に直列に接続しただけでは、第2の検出信号V d 2に湿度の影響が反映されてしまう。

[0105] そこで、本実施形態によるガスセンサ10Dは、湿度に応じた第2の検出信号V d 2の変化がキャンセルされるよう、第4のサーミスタR d 4に対して並列に接続された抵抗R 1の抵抗値を所定の値に設定している。上述の通り、第3のサーミスタR d 3における湿度の検出感度をa、第4のサーミスタR d 4における湿度の検出感度をb、第4のサーミスタR d 4の抵抗値をR d 4とした場合、抵抗R 1の抵抗値を

$$R 1 = (b / a) \times R d 4$$

に設定することによって、湿度に応じた第2の検出信号V d 2の変化をほぼキャンセルすることができる。

- [0106] これにより、湿度が第3のサーミスタR d 3に与える影響と第4のサーミスタR d 4に与える影響が実効的に一致することから、湿度が変化しても第2の検出信号V d 2は変化しなくなる。したがって、第2の検出信号V d 2のレベルは、雑ガスの濃度によって決まることになる。
- [0107] 図17は、制御電圧V m h 1～V m h 4の波形の一例を示すタイミング図である。
- [0108] 図17に示す例では、時刻t 9 1～t 9 2の期間に制御電圧V m h 1, V m h 2をV a c tレベルとするとともに、時刻t 9 2～t 9 3の期間に制御電圧V m h 3, V m h 4をそれぞれV a c t 1, V a c t 2レベルとすることにより、第1のセンサ部S 1及び第2のセンサ部S 2を交互に活性化させている。一例として、時刻t 9 1～t 9 2の期間および時刻t 9 2～t 9 3の期間はいずれも0.2秒であり、この動作を30秒周期で実行している。これにより、30秒周期でCOガスの濃度を検出することが可能となる。また、COガスの濃度が所定値を超えた場合、検出サイクルを短縮することにより、COガスの濃度をより高頻度に検出しても構わない。
- [0109] 本実施形態によるガスセンサ10Dは、第1のセンサ部S 1と第2のセンサ部S 2が独立しているため、第2のセンサ部S 2でCO₂ガスを検出することも可能である。第2のセンサ部S 2でCO₂ガスを検出する場合、第3のサーミスタR d 3を150℃に加熱し、第4のサーミスタR d 4を300℃に加熱すればよい。これは、加熱温度が150℃以下である場合には、CO₂ガスの濃度に対して十分に高い感度を得られる一方、加熱温度が150℃を超えるとCO₂ガスの濃度に対する感度が低下し、加熱温度が300℃に達するとCO₂ガスの濃度に対する感度がほぼゼロとなるからである。実際には、加熱温度が300℃であってもCO₂ガスの濃度に対して僅かな感度は存在するが、加熱温度が150℃である場合と比べると大幅に低く、約1/10以下であるため、ほぼ無視することが可能である。
- [0110] また、第3のサーミスタR d 3の加熱温度が150℃である場合の湿度に対する感度aと、第4のサーミスタR d 4の加熱温度が300℃である場合

の湿度に対する感度 b は互いに異なっている。具体的には、感度 a が約 $120 \mu\text{V}/\%RH$ であるのに対し、感度 b は約 $200 \mu\text{V}/\%RH$ である。したがって、この場合は、抵抗 R_1 の抵抗値を

$$R_1 = (200 / 120) \times R_{d4} = (5 / 3) \times R_{d4}$$

に設定すれば良い。

[0111] これにより、湿度が第3のサーミスタ R_{d3} に与える影響と第4のサーミスタ R_{d4} に与える影響が実効的に一致することから、湿度が変化しても第2の検出信号 V_{d2} は変化しなくなる。したがって、第2の検出信号 V_{d2} のレベルは、 CO_2 ガスの濃度によって決まることになる。このように、本実施形態によるガスセンサ $10D$ は、 CO ガスなどの可燃性ガスのみならず、 CO_2 ガスの濃度を検出することも可能である。

[0112] また、本実施形態においては、第3のサーミスタ R_{d3} と第4のサーミスタ R_{d4} がブリッジ回路を構成していることから、第1のセンサ部 S_1 と同様、第2のセンサ部 S_2 においてもサーミスタの経時変化が抑制されるため、測定誤差を低減することが可能である。

[0113] 以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

[0114] 例えば、本発明において測定環境雰囲気は空気であることは必須でなく、空気とは異なる測定環境雰囲気であっても構わない。

符号の説明

- [0115] 10A～10C ガスセンサ
20 信号処理回路
21, 21a, 21b 差動アンプ
22 ADコンバータ
23 DAコンバータ
24 制御部

30, 40	検出部
31, 41	基板
31a, 41a	キャビティ
32, 33, 42, 43	絶縁膜
34, 44	ヒータ保護膜
35, 45	サーミスタ電極
36, 46	サーミスタ保護膜
37a~37d, 47a~47d	電極パッド
51	セラミックパッケージ
52	リッド
53	通気口
54	パッケージ電極
55	ボンディングワイヤ
56	外部端子
CT	触媒
DCT	ダミー触媒
MH1~MH4	ヒータ抵抗
N1~N3	ノード
R1	抵抗
Rd1~Rd4	サーミスタ
S1	第1のセンサ部
S2	第2のセンサ部
SW1	スイッチ

請求の範囲

- [請求項1] 第1のガスと第2のガスの混合濃度を検出可能な第1のセンサ部と、
、
前記第1のガスよりも前記第2のガスに対する検出感度が高い第2のセンサ部と、
前記第1のセンサ部によって検出された前記混合濃度から、前記第2のセンサ部によって検出された前記第2のガスの濃度を減じることによって、前記第1のガスの濃度を算出する信号処理回路と、を備えることを特徴とするガスセンサ。
- [請求項2] 前記第1及び第2のガスは可燃性ガスであり、前記第1のセンサ部は接触燃焼式のセンサであることを特徴とする請求項1に記載のガスセンサ。
- [請求項3] 前記第1のガスは前記第2のガスよりも熱伝導率が測定環境雰囲気近く、前記第2のセンサ部は熱伝導式のセンサであることを特徴とする請求項2に記載のガスセンサ。
- [請求項4] 前記第1のガスはCOガスであり、前記第2のガスはエタノール、酢酸又は有機系消臭剤であることを特徴とする請求項3に記載のガスセンサ。
- [請求項5] 前記第1のセンサ部は、第1のサーミスタと前記第1のサーミスタの近傍に配置された触媒を含み、
前記第2のセンサ部は、第2のサーミスタを含み、前記第2のサーミスタの近傍には触媒が配置されていないことを特徴とする請求項3又は4に記載のガスセンサ。
- [請求項6] 前記第2のセンサ部は、抵抗をさらに含み、
前記第2のサーミスタは、前記第1のセンサ部と前記第2のセンサ部に兼用されており、
前記第1のセンサ部は、前記第1のサーミスタと前記第2のサーミスタの接続点から第1の検出信号を出力し、

前記第2のセンサ部は、前記第2のサーミスタと前記抵抗の接続点から第2の検出信号を出力することを特徴とする請求項5に記載のガスセンサ。

[請求項7] 前記第2のセンサ部は、前記第2のサーミスタの近傍に配置された触媒作用を持たないダミー触媒をさらに含むことを特徴とする請求項6に記載のガスセンサ。

[請求項8] 前記第1のセンサ部は、第1及び第2のサーミスタと前記第1のサーミスタの近傍に配置された触媒を含み、

前記第2のセンサ部は、第3のサーミスタ及び抵抗を含み、

前記第1のセンサ部は、前記第1のサーミスタと前記第2のサーミスタの接続点から第1の検出信号を出力し、

前記第2のセンサ部は、前記第3のサーミスタと前記抵抗の接続点から第2の検出信号を出力し、

前記第2のサーミスタの近傍には触媒が配置されていないことを特徴とする請求項3又は4に記載のガスセンサ。

[請求項9] 前記第1のセンサ部は、前記第2のサーミスタの近傍に配置された触媒作用を持たないダミー触媒をさらに含むことを特徴とする請求項8に記載のガスセンサ。

[請求項10] 前記第2のセンサ部は、前記抵抗に対して並列に接続された第4のサーミスタをさらに含むことを特徴とする請求項8又は9に記載のガスセンサ。

[請求項11] 前記信号処理回路は、前記第1の検出信号に基づいて前記第2のガスの種類を判定することを特徴とする請求項6乃至10のいずれか一項に記載のガスセンサ。

[請求項12] 前記信号処理回路は、前記第1の検出信号の立ち上がり波形に基づいて前記第2のガスの種類を判定することを特徴とする請求項11に記載のガスセンサ。

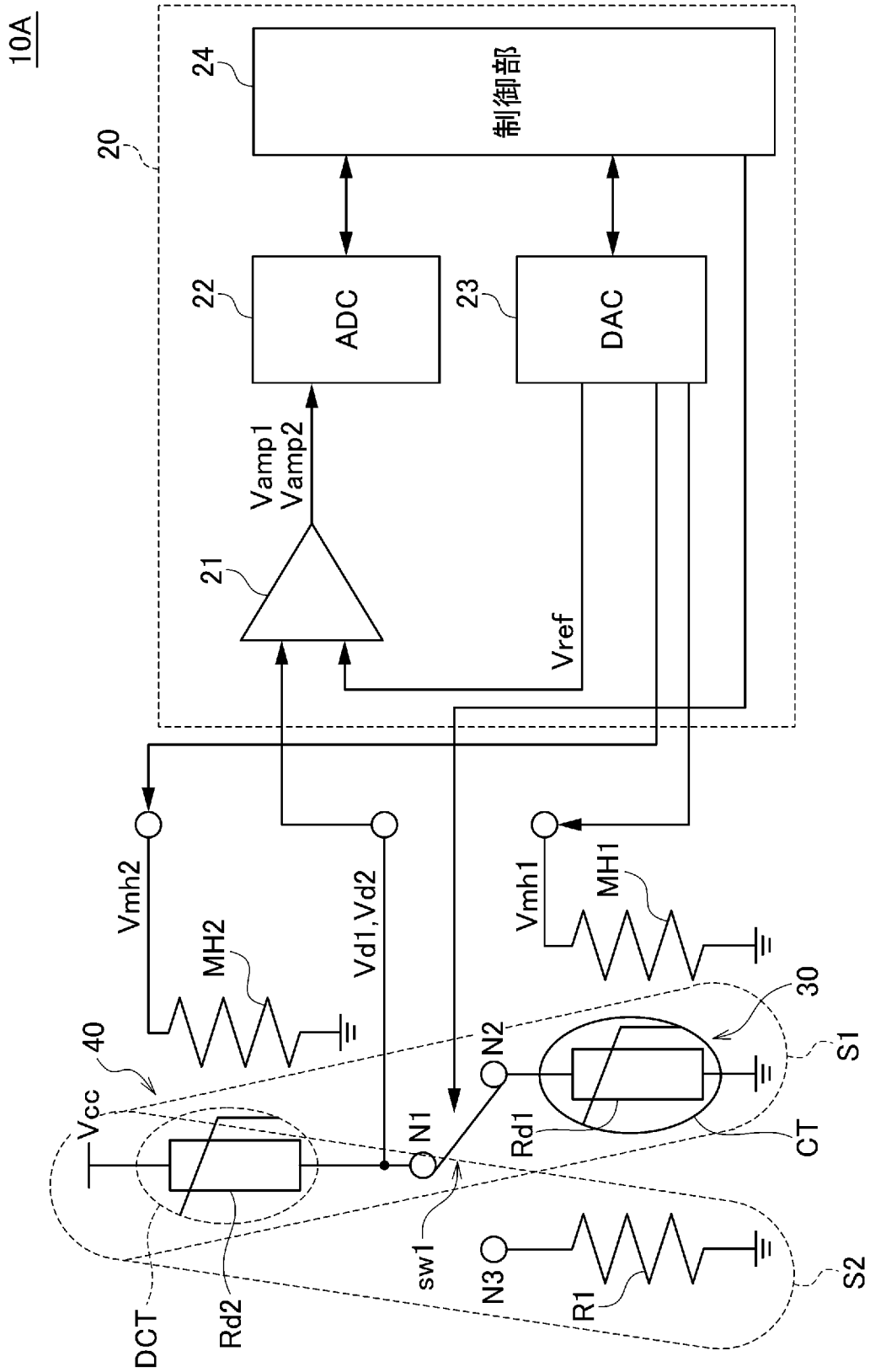
[請求項13] 前記信号処理回路は、前記第1の検出信号の傾きに基づいて前記第

1 のガスの有無を判定することを特徴とする請求項 6 乃至 12 のいずれか一項に記載のガスセンサ。

[請求項14] 前記信号処理回路は、所定の検出サイクルで前記第 1 のガスの濃度を算出し、前記第 2 のセンサ部によって検出された前記第 2 のガスの濃度が所定値を超えていることに応答して、前記検出サイクルを短縮することを特徴とする請求項 2 乃至 13 のいずれか一項に記載のガスセンサ。

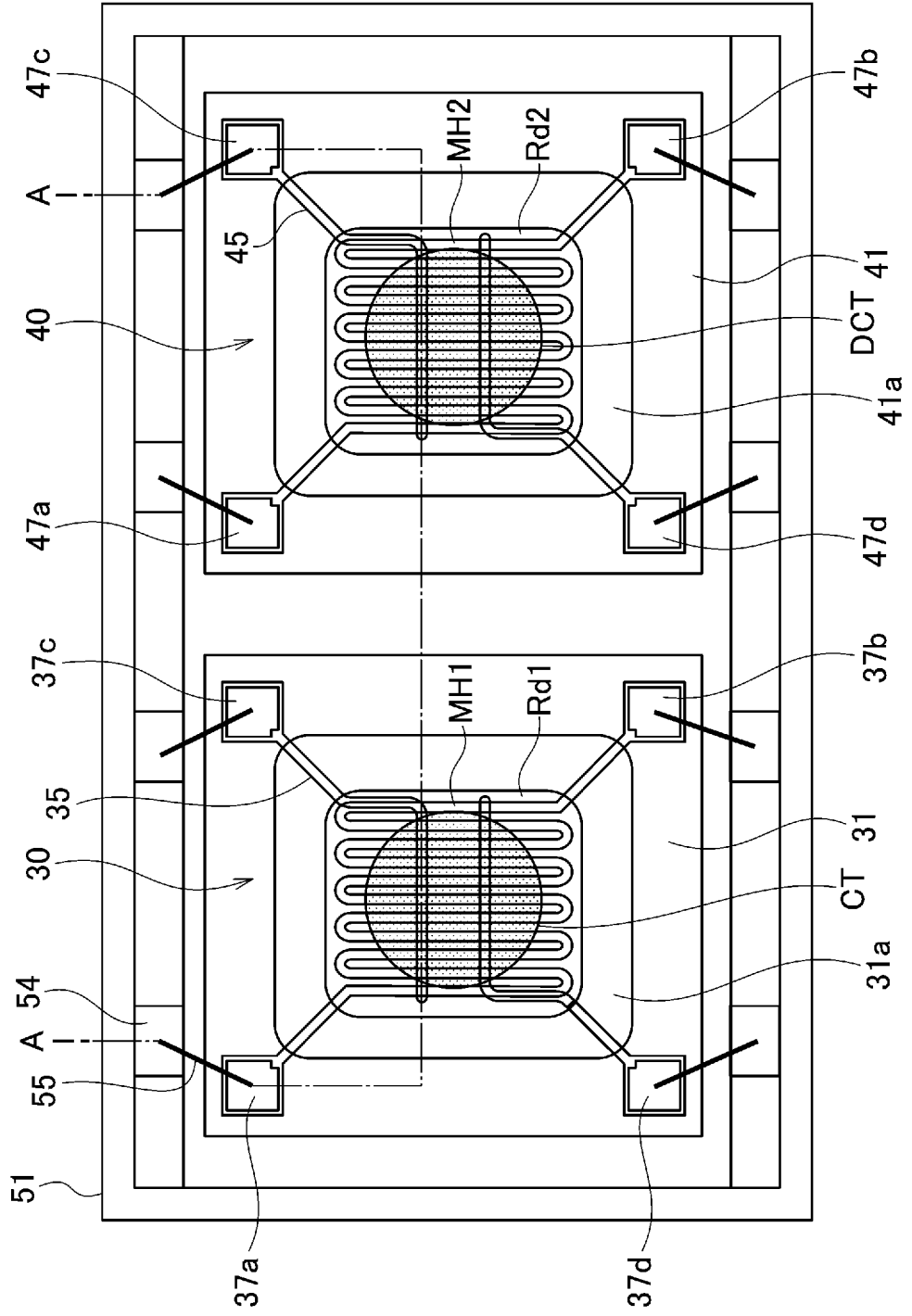
[請求項15] 前記信号処理回路は、前記第 1 のセンサ部による前記第 2 のガスの検出感度と前記第 2 のセンサ部による前記第 2 のガスの検出感度との差を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載のガスセンサ。

[図1]



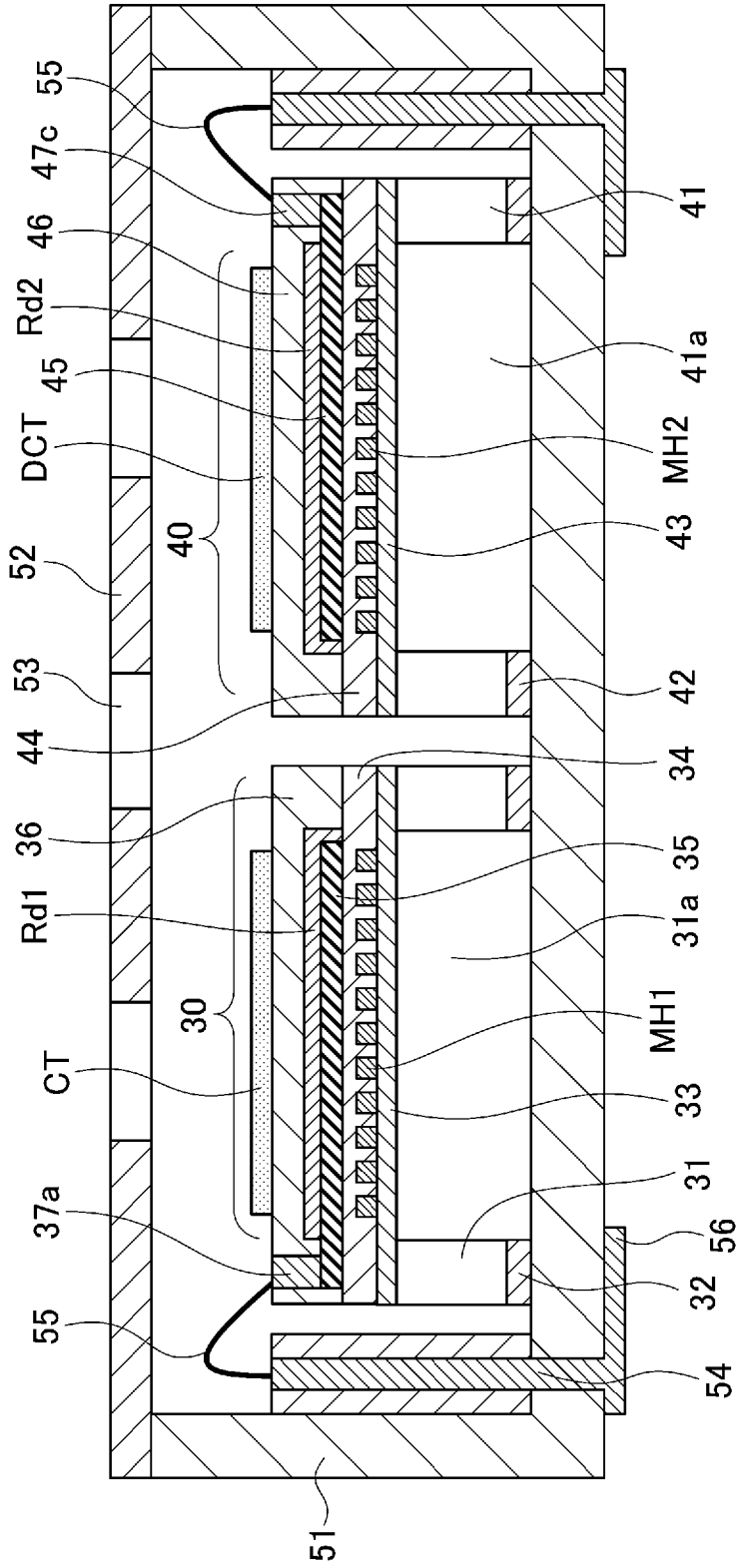
[図2]

S1

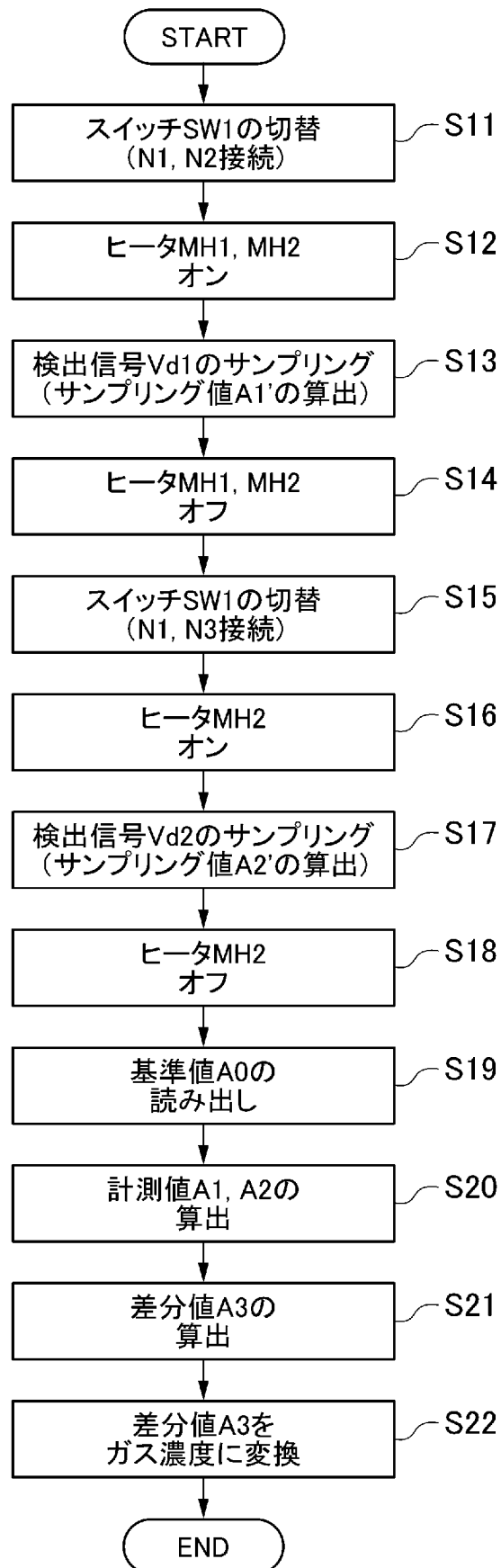


[3]

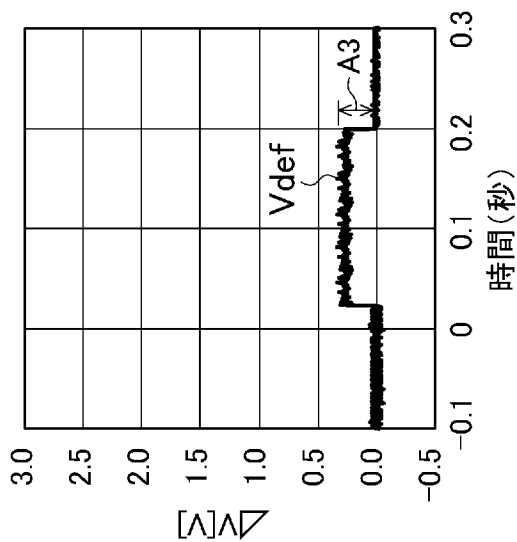
S1



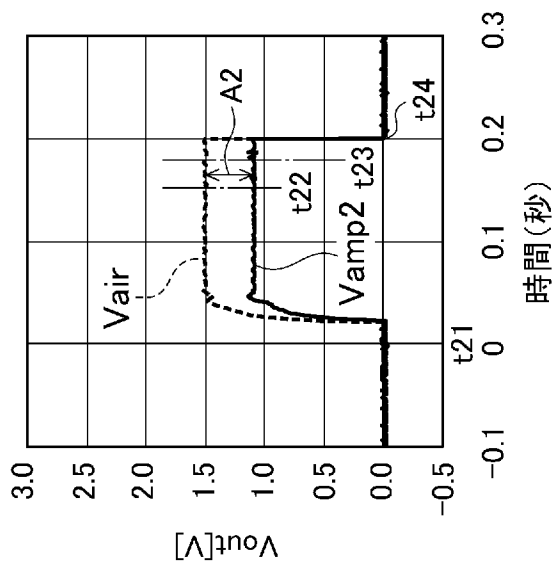
[図4]



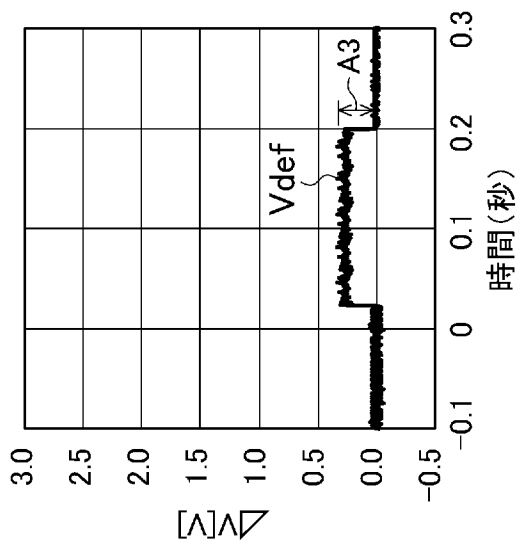
[図5]



(a)

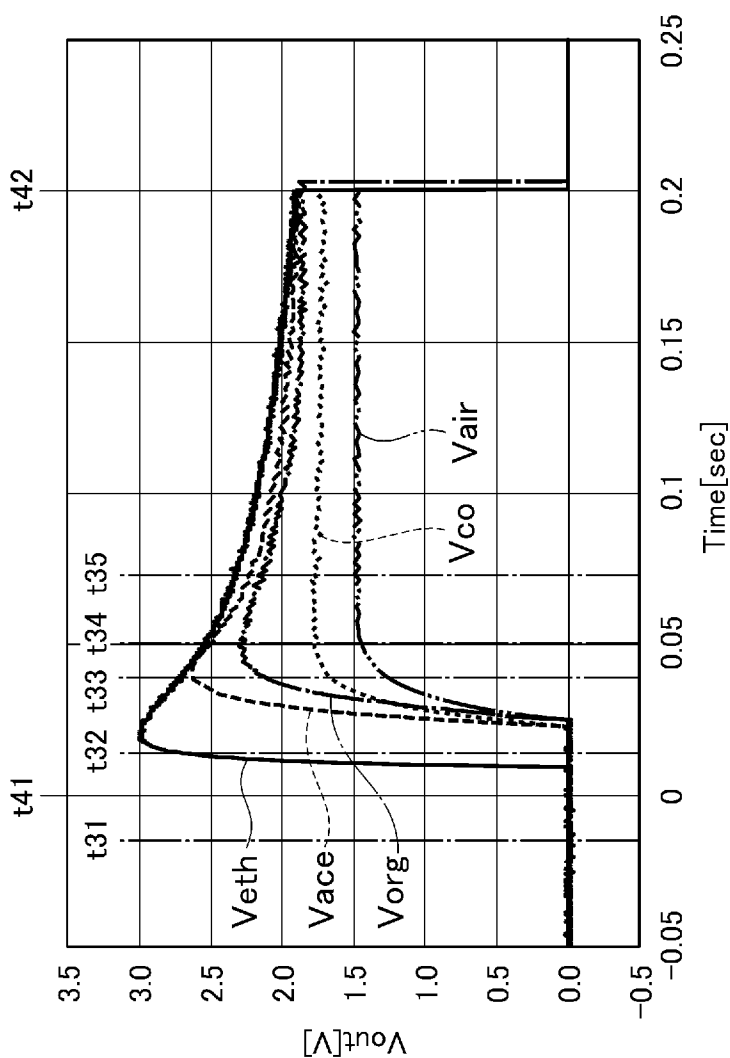


(b)



(c)

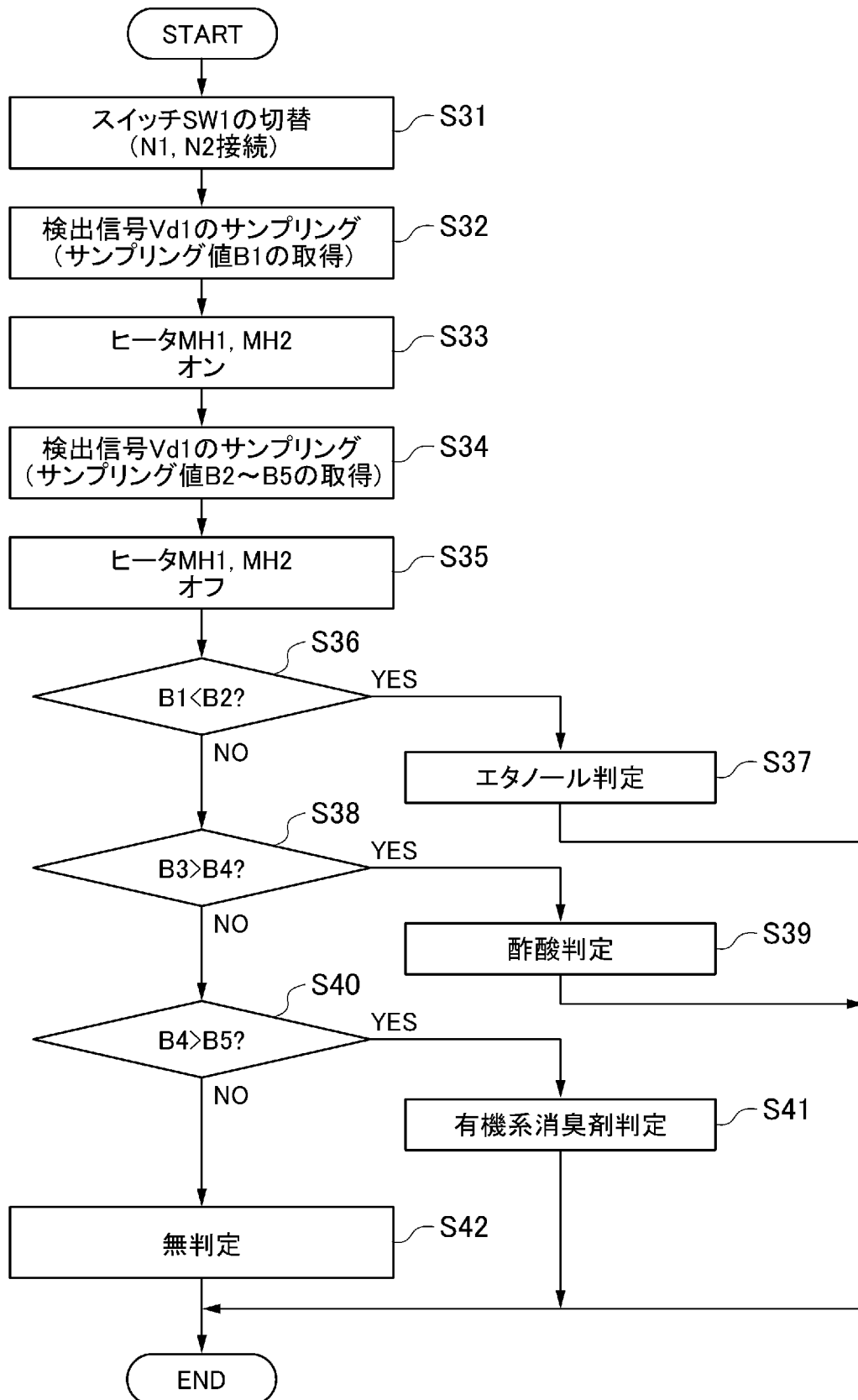
[図6]



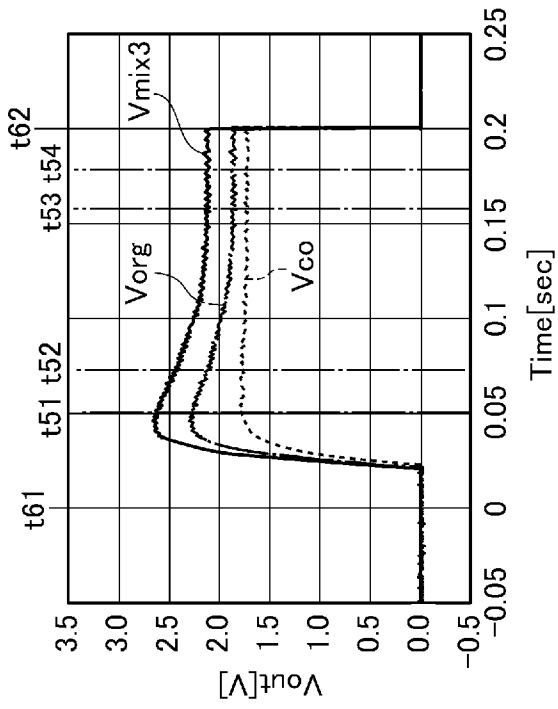
	AIR	CO	エタノール	有機系消臭剤	酢酸
ヒータON→立上り開始時間	25	25	10	25	25
立上り時間	60	50	20	50	40
ピーク検出		X	○	○	○

	CO	エタノール	有機系消臭剤	酢酸
ヒータon : 0ms(B1)<15ms(B2)	N	Y	N	N
ヒータon : 40ms(B3)>50ms(B4)	N	Y	N	Y
ヒータon : 50ms(B4)>70ms(B5)	N	Y	Y	Y

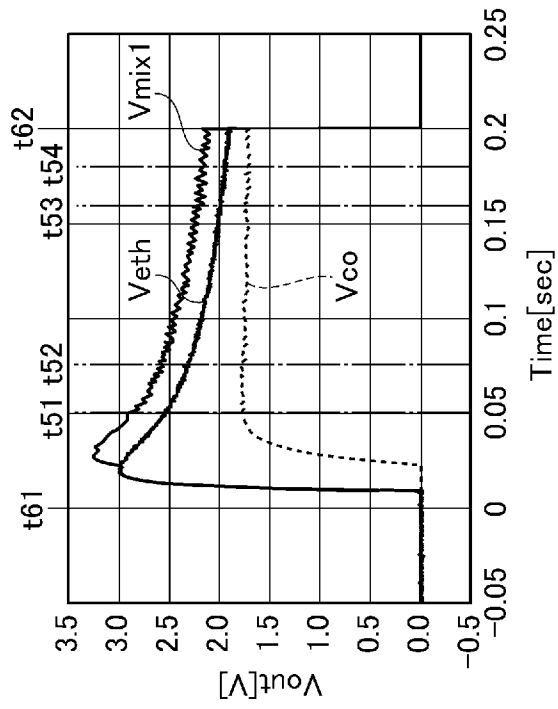
[図7]



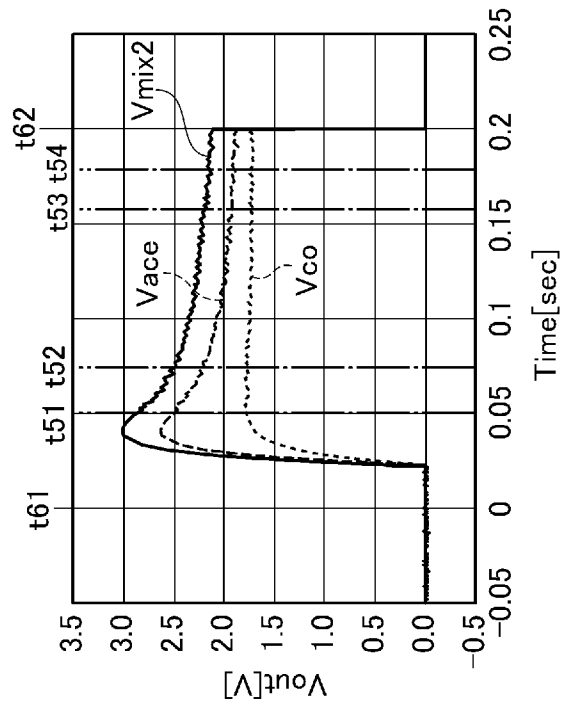
[8]



(c)



(a)

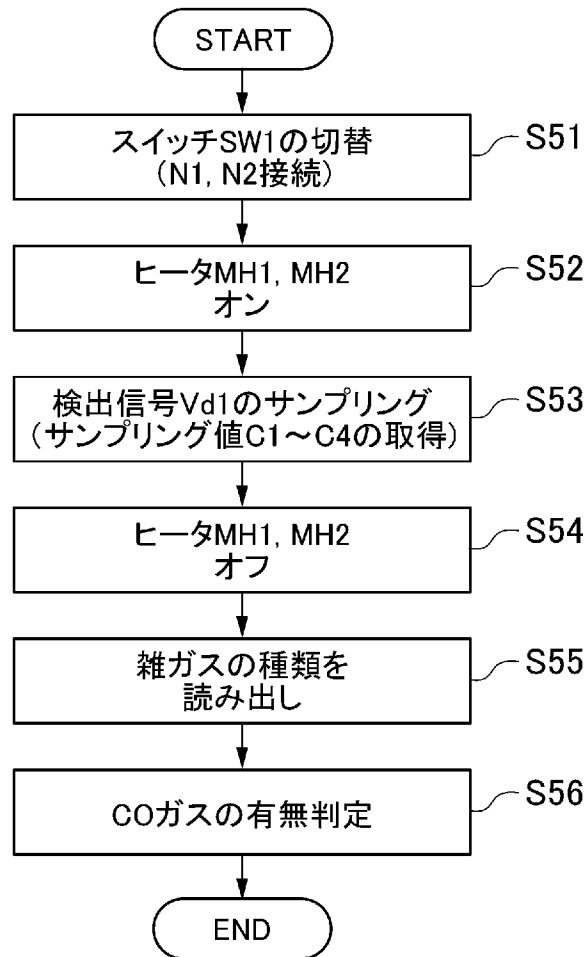


(b)

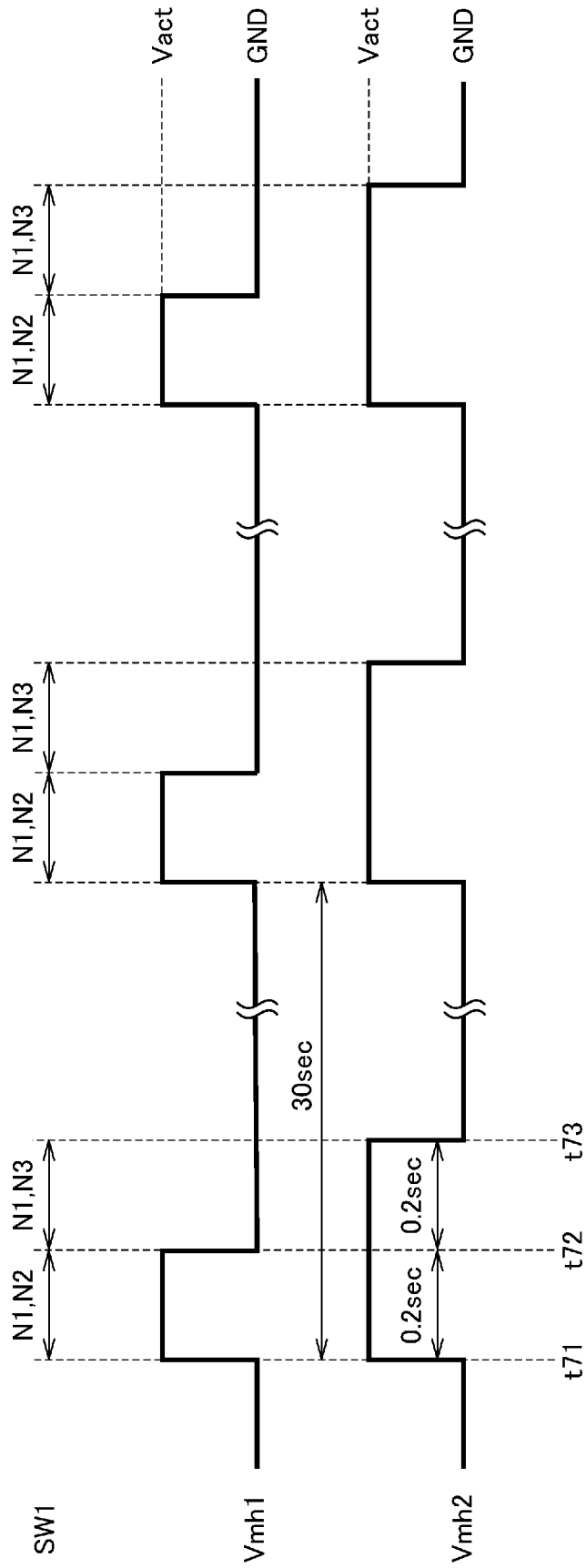
	(C1-C2)/(C3-C4)傾き比	
	CO無し	CO有り
エタノール	3	5.5
有機系消臭剤	8	20
酢酸	8	20

(d)

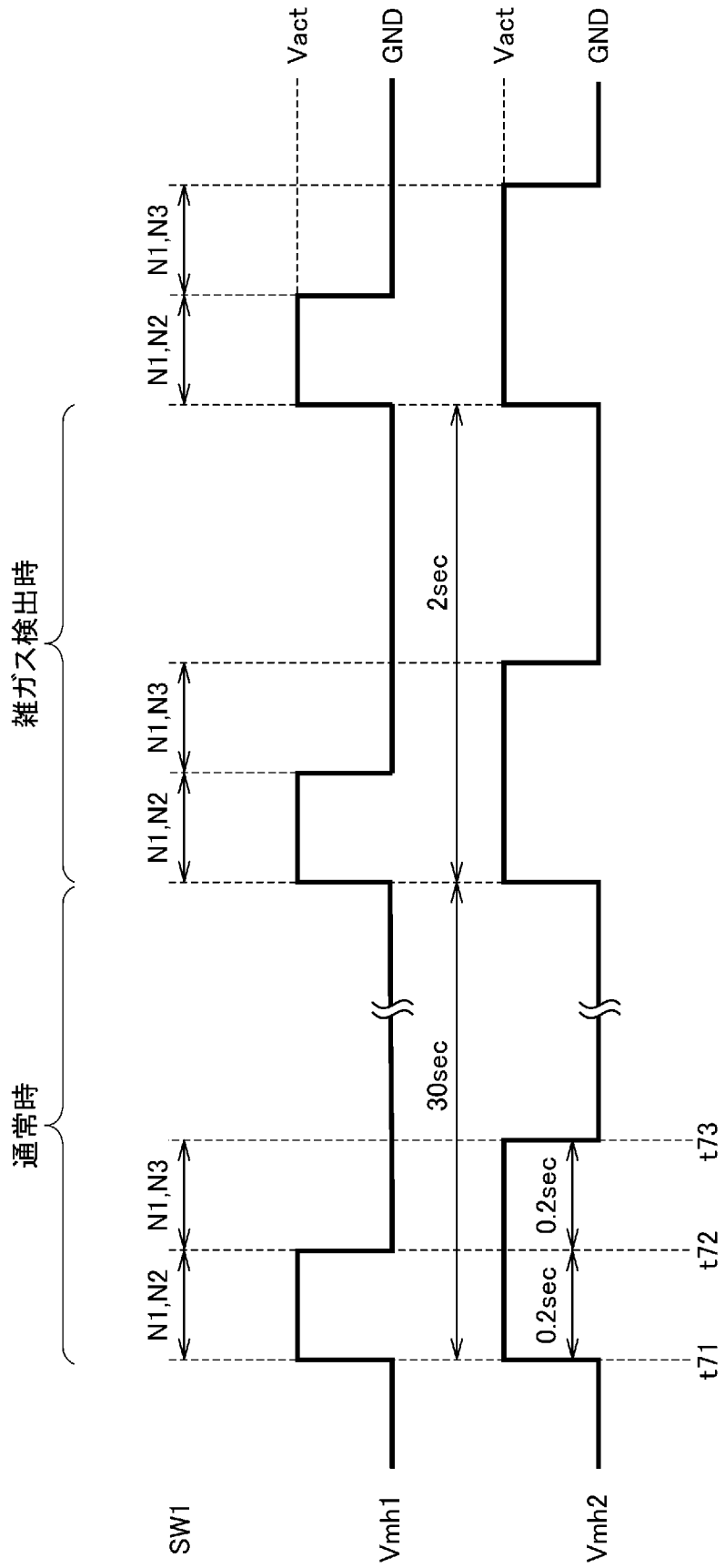
[図9]



[図10]

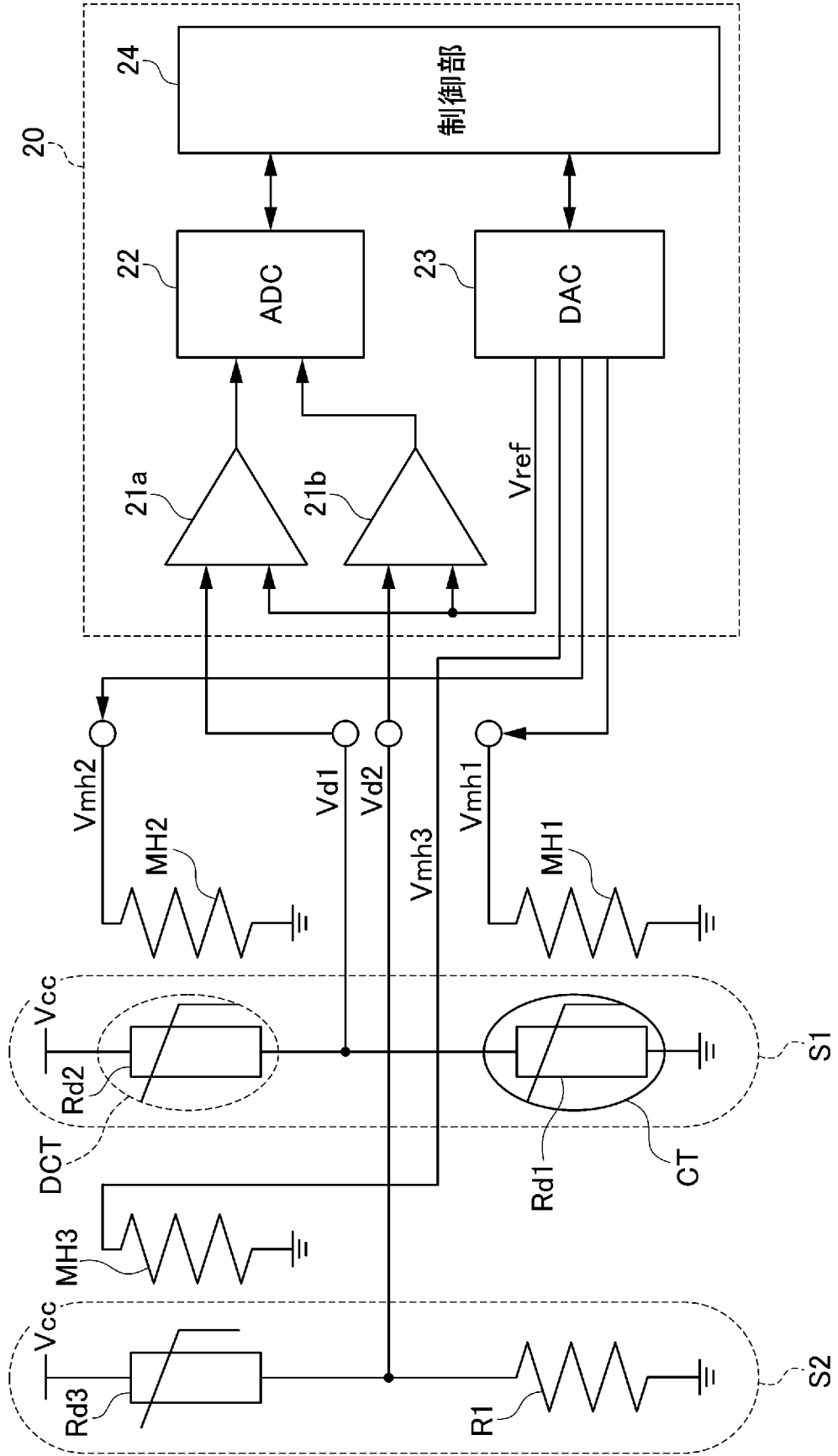


[図11]

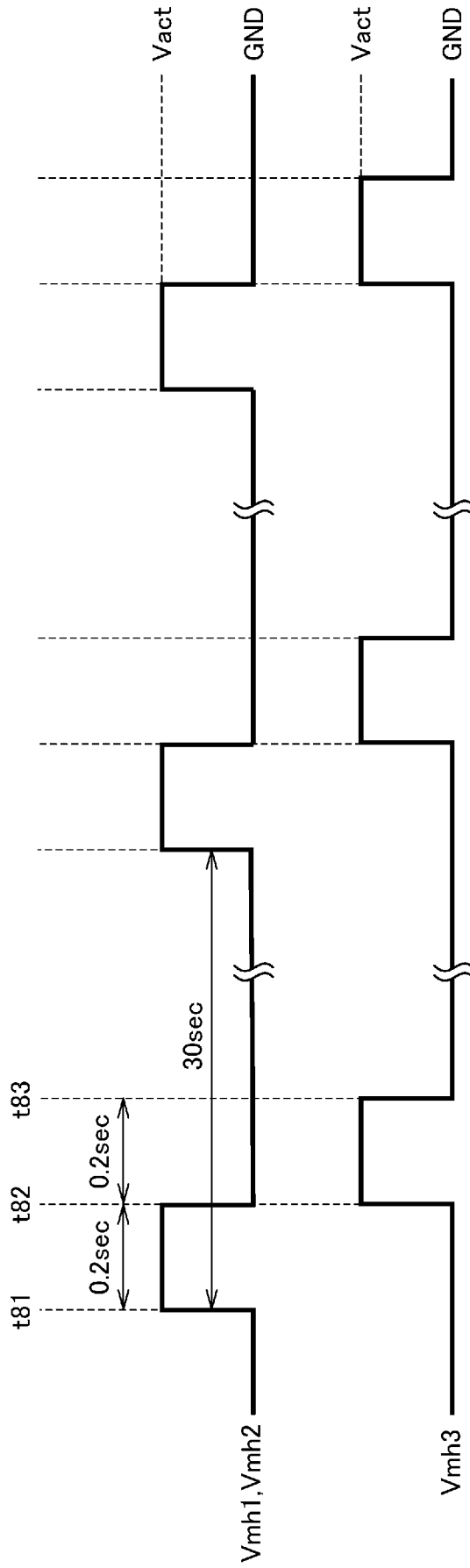


[図12]

10B

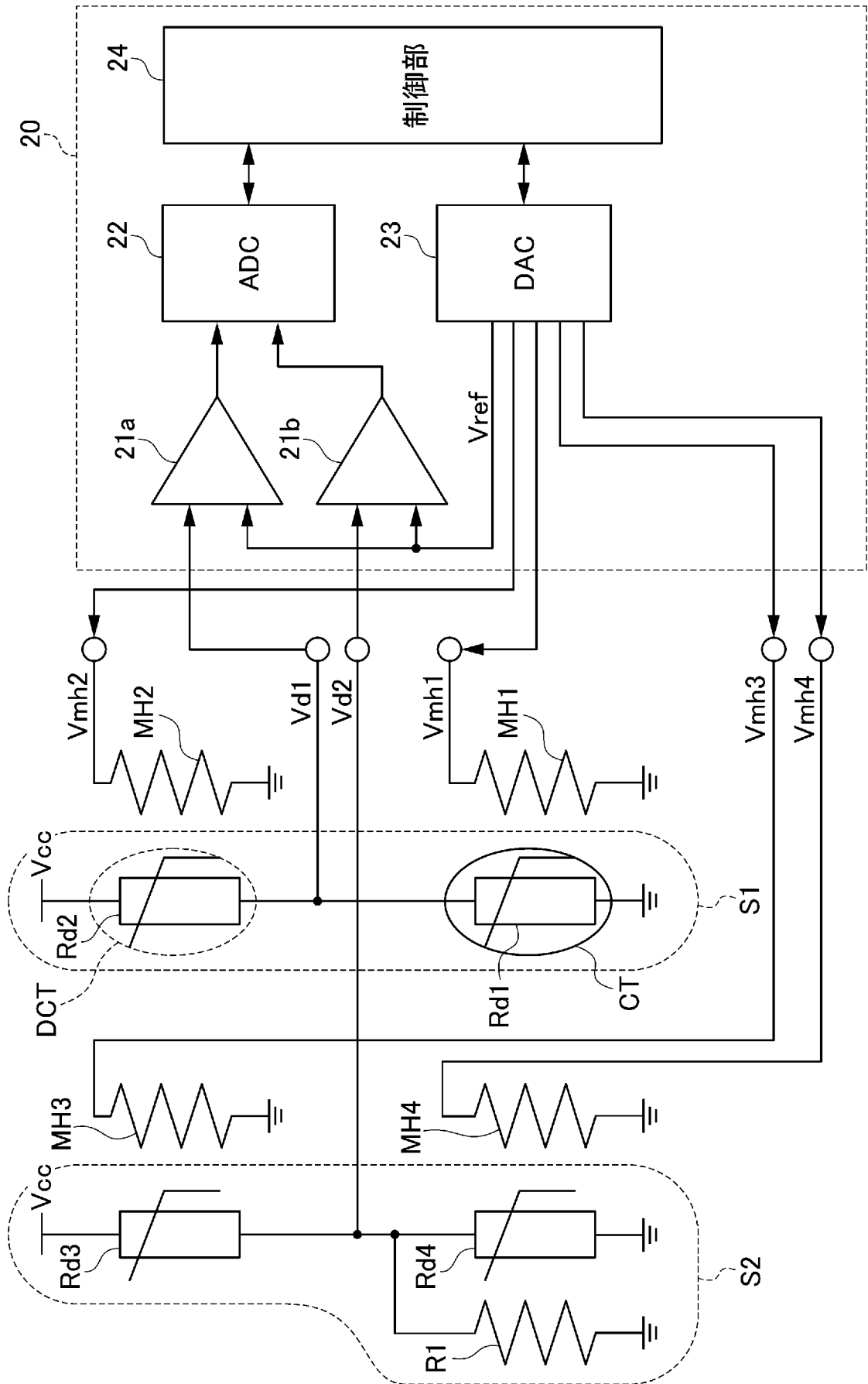


[図13]

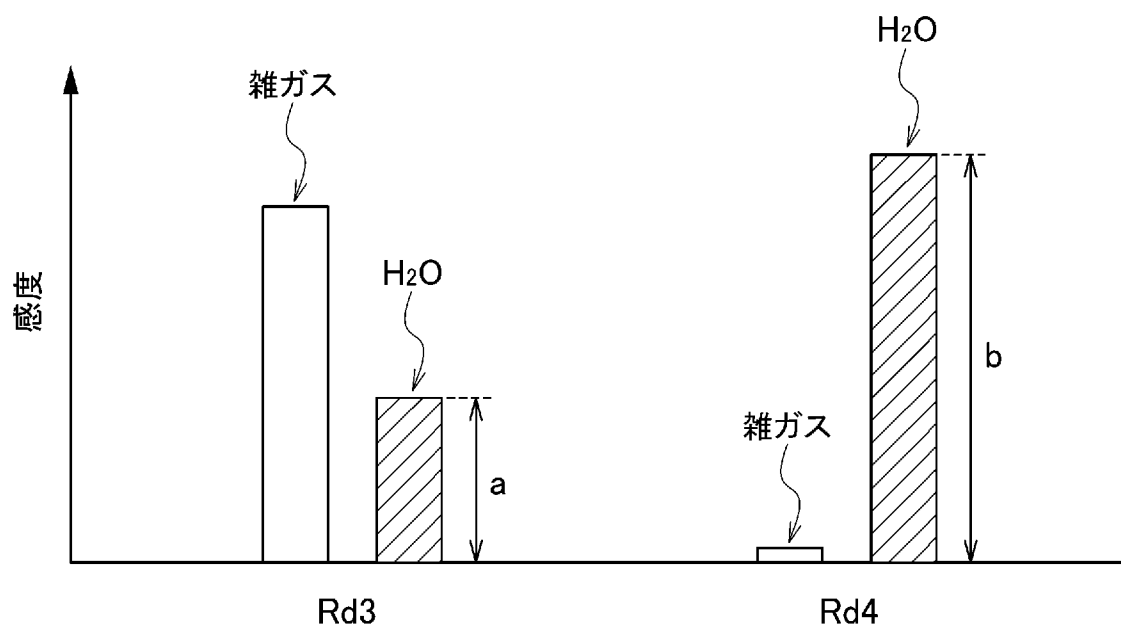


[図15]

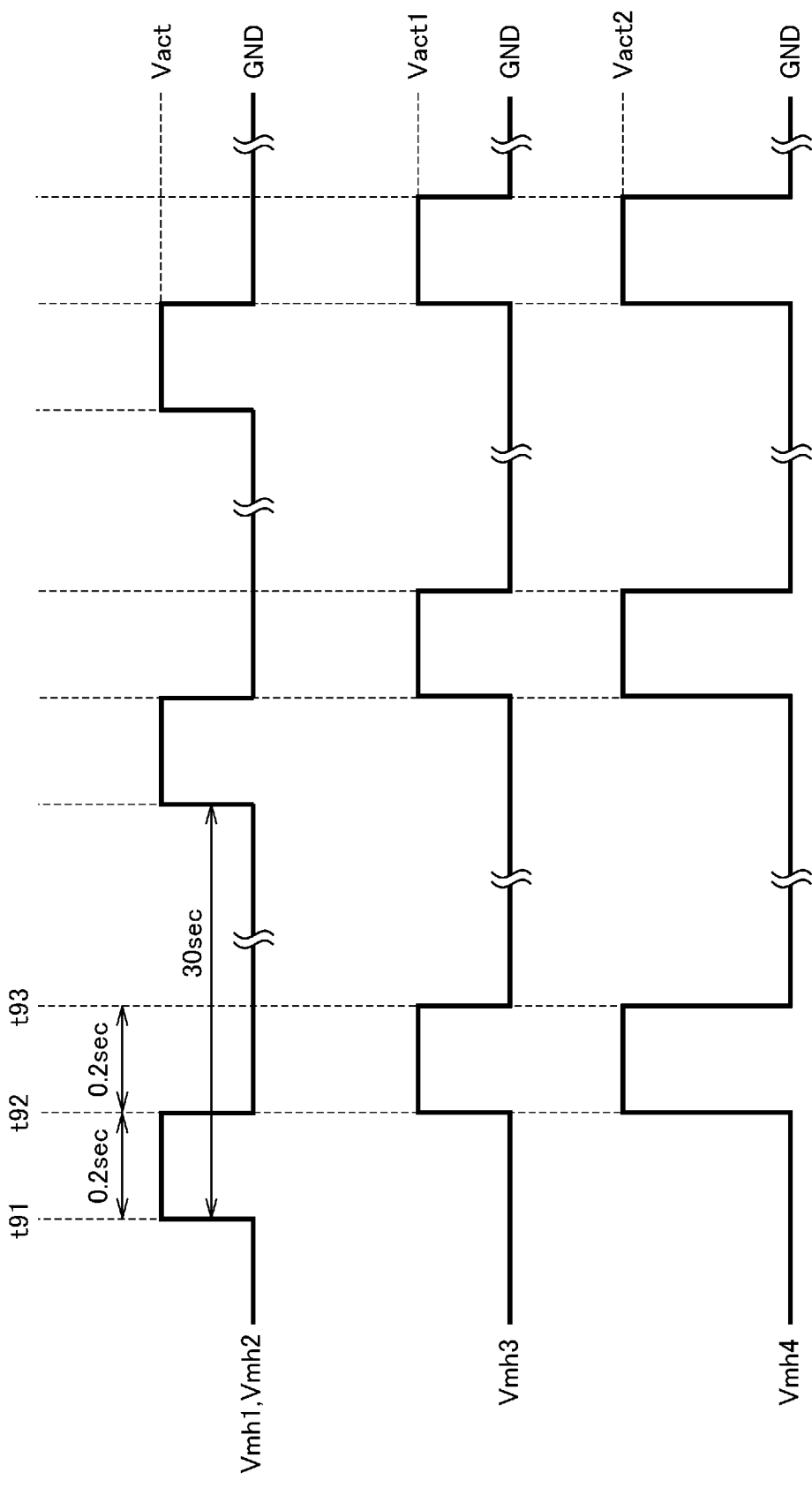
10D



[図16]



[圖17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/040349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01N27/16 (2006.01) i, G01N27/18 (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)

Int.Cl. G01N27/00-27/10, G01N27/14-27/24

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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.
X Y A	JP 7-260730 A (NOHMI BOSAI LTD.) 13 October 1995, paragraphs [0011]-[0020] (Family: none)	1, 15 2-5 6-14
Y A	US 2012/0047995 A1 (FLEISCHER et al.) 01 March 2012, paragraphs [0010]-[0043] & WO 2010/112476 A1 & EP 2414822 A1 & DE 102009015121 A1 & CN 102439432 A	2-5 6-14
A	JP 2002-323468 A (YAZAKI CORPORATION) 08 November 2002 (Family: none)	1-15

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01.12.2017	Date of mailing of the international search report 26.12.2017
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N27/16(2006.01)i, G01N27/18(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 (IPC))

Int.Cl. G01N27/00-27/10, G01N27/14-27/24

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y A	JP 7-260730 A (能美防災株式会社) 1995. 10. 13, [0011] - [020] (ファミリーなし)	1, 15 2-5 6-14
Y A	US 2012/0047995 A1 (FLEISCHER et al.) 2012. 03. 01, [0010]-[0043] & WO 2010/112476 A1 & EP 2414822 A1 & DE 102009015121 A1 & CN 102439432 A	2-5 6-14
A	JP 2002-323468 A (矢崎総業株式会社) 2002. 11. 08, (ファミリーなし)	1-15

☐ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

01. 12. 2017

国際調査報告の発送日

26. 12. 2017

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 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) 田中 秀直	2W	3409
電話番号 03-3581-1101 内線	3258	