

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6864889号  
(P6864889)

(45) 発行日 令和3年4月28日(2021.4.28)

(24) 登録日 令和3年4月7日(2021.4.7)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 N 27/12 (2006.01)** GO 1 N 27/12 B

請求項の数 6 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-561321 (P2018-561321)                  (86) (22) 出願日 平成29年12月28日 (2017.12.28)                  (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/047221                  (87) 国際公開番号 W02018/131503                  (87) 国際公開日 平成30年7月19日 (2018.7.19)                  審査請求日 令和2年11月5日 (2020.11.5)                  (31) 優先権主張番号 特願2017-3304 (P2017-3304)                  (32) 優先日 平成29年1月12日 (2017.1.12)                  (33) 優先権主張国・地域又は機関                  日本国 (JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000112439                  フィガロ技研株式会社                  大阪府箕面市船場西1丁目5番3号                  (74) 代理人 100086830                  弁理士 塩入 明                  (74) 代理人 100096046                  弁理士 塩入 みか                  (72) 発明者 吉岡 謙一                  日本国大阪府箕面市船場西1丁目5番3号                  フィガロ技研株式会社内                  (72) 発明者 大森 亜希子                  日本国大阪府箕面市船場西1丁目5番3号                  フィガロ技研株式会社内                  審査官 黒田 浩一</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス検出装置とガス検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスにより抵抗値が変化する金属酸化物半導体の膜と、ヒータとを有するMEMSガスセンサと、

前記ヒータに間欠的に電力を加えることにより、前記金属酸化物半導体を間欠的に動作温度に加熱すると共に、動作温度での金属酸化物半導体の抵抗値をサンプリングする駆動回路とを有するガス検出装置であって、

前記ガス検出装置は携帯電子機器に組み込まれるように構成され、かつ前記駆動回路は、

前記携帯電子機器のセンサにより、前記携帯電子機器が閉所に置かれていることを検出すると、前記金属酸化物半導体の動作温度への加熱を停止すると共に、

前記携帯電子機器のセンサにより、前記携帯電子機器が閉所から出されていることを検出すると、前記金属酸化物半導体の動作温度への加熱を再開するように構成されていることを特徴とする、ガス検出装置。

【請求項 2】

前記携帯電子機器のセンサは、照度センサまたは近接センサであることを特徴とする、請求項 1 のガス検出装置。

【請求項 3】

前記駆動回路は、所定の周期で金属酸化物半導体を動作温度に加熱し、かつ前記携帯電子機器のセンサが複数の周期に渡って前記携帯電子機器が閉所に置かれていることを検出

10

20

すると、前記金属酸化物半導体の動作温度への加熱を停止するように構成されていることを特徴とする、請求項 1 または 2 のガス検出装置。

【請求項 4】

前記駆動回路は、前記金属酸化物半導体の動作温度への加熱を再開する際に、前記金属酸化物半導体をヒートクリーニングするように構成されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかのガス検出装置。

【請求項 5】

前記駆動回路は、前記金属酸化物半導体の加熱を停止した時間をカウントし、カウントした時間に応じて、ヒートクリーニングの条件を変更するように構成されていることを特徴とする、請求項 4 のガス検出装置。

10

【請求項 6】

ガスにより抵抗値が変化する金属酸化物半導体の膜とヒータとを有するMEMSガスセンサを用い、

ガス検出装置の駆動回路により前記ヒータに間欠的に電力を加えて前記金属酸化物半導体を間欠的に動作温度に加熱すると共に、動作温度での金属酸化物半導体の抵抗値をサンプリングし、

かつ前記ガスセンサと前記駆動回路は携帯電子機器に組み込まれている、ガス検出方法であって、

前記携帯電子機器のセンサが、前記携帯電子機器が閉所に置かれていることを検出すると、前記駆動回路は前記金属酸化物半導体の動作温度への加熱を停止すると共に、

20

前記携帯電子機器のセンサが、前記携帯電子機器が閉所から出されていることを検出すると、前記駆動回路は前記金属酸化物半導体の動作温度への加熱を再開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】

この発明は、ガス検出装置とガス検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

発明者らは、MEMSガスセンサの汚染を防止することを提案した（特許文献 1 JP5748211）。例えば、MEMSガスセンサを30秒周期で駆動し、0.4秒間100 に加熱することにより、エタノール、シロキサンガス等の汚染物質をガスセンサから蒸発させる。次いでガスセンサを500 程度に加熱し、メタンを検出する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】JP5748211

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

ガスセンサをスマートフォン等の携帯電子機器に組み込むと、ガスセンサが鞆、ハンドバック、ポケット、引き出しなどにしまわれることがある。これらは閉じた空間で、換気は不十分である。そして、携帯電子機器のカバーに用いられているシリコンゴム、ハンドバック、引き出し内の化粧品に含まれるシリコン化合物、その他の小物などから、シロキサンガスが発生する。MEMSガスセンサは、これらの閉じた空間で、シロキサンガスによる汚染を受け、ガスセンサのガスへの応答の大きさと応答速度とが低下する。

【0005】

この発明は、携帯電子機器に組み込んだMEMSガスセンサの汚染を防止することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

50

## 【0006】

この発明のガス検出装置は、ガスにより抵抗値が変化する金属酸化物半導体の膜と、ヒータとを有するMEMSガスセンサと、

ヒータに間欠的に電力を加えることにより、金属酸化物半導体を間欠的に動作温度に加熱すると共に、動作温度での金属酸化物半導体の抵抗値をサンプリングする駆動回路とを有し、

かつ携帯電子機器に組み込まれるように構成され、

かつ駆動回路は、

携帯電子機器のセンサにより、携帯電子機器が閉所に置かれていることを検出すると、金属酸化物半導体の動作温度への加熱を停止すると共に、

携帯電子機器のセンサにより、携帯電子機器が閉所から出されていることを検出すると、金属酸化物半導体の動作温度への加熱を再開することを特徴とする。

10

## 【0007】

この発明のガス検出方法では、ガスにより抵抗値が変化する金属酸化物半導体の膜とヒータとを有するMEMSガスセンサを用い、

ガス検出装置の駆動回路によりヒータに間欠的に電力を加えて金属酸化物半導体を間欠的に動作温度に加熱すると共に、動作温度での金属酸化物半導体の抵抗値をサンプリングし、

かつガスセンサと駆動回路は携帯電子機器に組み込まれている。

この発明のガス検出方法は、

携帯電子機器のセンサが、携帯電子機器が閉所に置かれていることを検出すると、駆動回路は金属酸化物半導体の動作温度への加熱を停止すると共に、

携帯電子機器のセンサが、携帯電子機器が閉所から出されていることを検出すると、駆動回路は金属酸化物半導体の動作温度への加熱を再開することを特徴とする。

20

## 【0008】

図9に示すように、シリコンガス等の汚染ガスとの接触時に、ガスセンサの駆動を停止する、即ち、金属酸化物半導体の動作温度への加熱を停止すると、MEMSガスセンサの汚染を防止できる。汚染が生じるのは、携帯電子機器を換気が行われない閉所に置くため、汚染ガスの濃度が高くなるためである。そして携帯電子機器が閉所にあることは、携帯電子機器に内蔵のセンサにより検出できる。なおMEMSガスセンサは、消費電力を小さくし、加熱する期間を短くするため、通常ガスセンサよりも、汚染を受けやすい。

30

## 【0009】

好ましくは、携帯電子機器のセンサは、照度センサまたは近接センサである。このようなセンサは、多くの携帯電子機器に装備されており、照度センサにより周囲が暗いことを検出すると、閉所に置かれていることを検出できる。また近接センサにより、鞆、ハンドバック、ポケット、引き出しなどの内面を検出することにより、携帯電子機器が閉所に置かれていることを検出できる。

## 【0010】

好ましくは、駆動回路は、所定の周期で金属酸化物半導体を動作温度に加熱し、かつ携帯電子機器のセンサが複数の周期に渡って携帯電子機器が閉所に置かれていることを検出すると、金属酸化物半導体の動作温度への加熱を停止する。汚染が生じるのは、ガスセンサの動作周期よりも長い時間に渡って閉所に置かれているためである。そこで、複数周期に渡って携帯電子機器が閉所に置かれていることを検出して加熱を停止すると、汚染を防止でき、かつ不必要にガスセンサの駆動を停止することがない。

40

## 【0011】

好ましくは、駆動回路は、金属酸化物半導体の動作温度への加熱を再開する際に、金属酸化物半導体をヒートクリーニングする。なおヒートクリーニングとは、常時の加熱パターンには無い加熱を金属酸化物半導体に加えることである。ヒートクリーニングは吸着した汚染ガスを除去し、かつ駆動を停止している間に吸着した雑多なガスを除去することにより、駆動再開時のガスセンサの信号の信頼性を高めるためのものである。

50

## 【 0 0 1 2 】

好ましくは、駆動回路は、金属酸化物半導体の加熱を停止した時間をカウントし、カウントした時間に応じて、ヒートクリーニングの条件を変更する。これによって、駆動を停止していた期間に応じて、ヒートクリーニングすることができる。例えば短時間の駆動の停止ではヒートクリーニングを行わず、長期間駆動を停止するとヒートクリーニング時間も長くすることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 実施例で用いたガスセンサの要部平面図

【 図 2 】 実施例のガス検出装置のブロック図

10

【 図 3 】 実施例での、駆動時のガスセンサのヒータ電力の波形図

【 図 4 】 実施例での、ガスセンサの駆動アルゴリズムを示すフローチャート

【 図 5 】 実施例での、閉所からの復帰時のガスセンサのヒータ電力の波形図

【 図 6 】 変形例での、閉所からの復帰時のガスセンサのヒータ電力の波形図

【 図 7 】 第 2 の変形例での、閉所からの復帰時のガスセンサのヒータ電力の波形図

【 図 8 】 第 3 の変形例での、閉所からの復帰時のガスセンサのヒータ電力の波形図で、上段は常時の加熱を、中段は閉所での加熱を、下段は閉所からの復帰後の加熱を示す

【 図 9 】 従来例（上段）と実施例（下段）とでの、汚染によるガスセンサへの影響を示す特性図

## 【 発明を実施するための形態 】

20

## 【 0 0 1 4 】

以下に本発明を実施するための最適実施例を示す。

## 【 実施例 】

## 【 0 0 1 5 】

図 1 ~ 図 9 に実施例とその特性を示す。図 1 は MEMS ガスセンサ 2 の例を示し、4 はシリコン等の微細加工が可能な基板で、基板 4 を貫通する空洞部 6 に支持膜 8 が設けられ、例えば 4 本の脚 1 2 , 1 3 で支持されている。支持膜 8 上に図示しない膜状のヒータと図示しない膜状の電極とが成膜され、これらを金属酸化物半導体膜 1 0 が覆っている。金属酸化物半導体膜 1 0 は例えば SnO<sub>2</sub> の厚膜で、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub> 等の他の金属酸化物半導体の膜でも良い。また金属酸化物半導体膜 1 0 は薄膜でも良い。そしてヒータの両端部と電極の端部とを、脚 1 2 を介してパッド 1 4 に接続する。

30

## 【 0 0 1 6 】

ガスセンサ 2 の構造、材質は任意で、例えば空洞 6 を支持膜 8 で覆ってダイアフラム状の支持膜としても良い。またヒータと電極とを同じ層に設けても良く、あるいはヒータを絶縁膜により被覆し、絶縁膜の上部に電極を設けても良い。さらに電極を設けず、金属酸化物半導体とヒータとの並列抵抗の値を検出しても良い。金属酸化物半導体膜の上部に不要なガスを除去するための触媒層を設けても良く、また基板 4 とは別にフィルタを設けて、不要なガスをフィルタに吸着させても良い。

## 【 0 0 1 7 】

図 2 は、ガスセンサ 2 とその駆動回路 2 5 , 及び携帯電子機器の主基板 2 6 等を示す。1 6 はガスセンサ 2 のヒータ、1 8 は電池等の電源、2 0 は負荷抵抗、2 1 , 2 2 はスイッチである。ガスセンサドライブ 2 4 は、スイッチ 2 1 をオン/オフさせることにより、ヒータ 1 6 を駆動し、スイッチ 2 2 をオン/オフさせると共に、図示しない AD コンバータにより、負荷抵抗 2 0 に加わる電圧を測定する。この電圧は、金属酸化物半導体 1 0 の抵抗値により定まる。負荷抵抗 2 0 の電圧からガスを検出し、この信号処理はガスセンサドライブ 2 4 で行っても、あるいは主基板 2 6 で行っても良い。

40

## 【 0 0 1 8 】

主基板 2 6 は携帯電子機器の主要部で、通信ユニット 2 8 を介して外部と通信する。また携帯電子機器には、周囲の明るさを検出する照度センサ 3 0 、至近距離にある人体等の物体を検出する近接センサ 3 1 , カメラ 3 2 , 温度センサ 3 3 , 加速度センサ 3 4 , 地磁

50

気を検出する地磁気センサ36等のセンサが設けられている。さらにタッチパネル36, スピーカ37, マイクロホン38等が、携帯電子機器内に設けられている。ガスセンサドライブ24は、例えば照度センサ30, あるいは近接センサ31の信号を必要とし、図2は主基板26を介してこれらの信号を受け取るように記載しているが、図示しないバスを介して照度センサ30, 近接センサ31の信号を直接受け取っても良い。なお駆動回路25は、図2の左上の鎖線で囲まれた部分から、ガスセンサ2を除いた部分を指し、電源18は携帯電子機器全体の電源を兼ねている。なお駆動回路25は主基板26との接続が自在に構成されている。

#### 【0019】

図3は常時のガスセンサ2のヒータ電力あるいはヒータ電圧を示し、ガスセンサ2は例えば10秒~10分などを1周期 $T_c$ として動作し、0.1秒~1秒などの期間 $T_1$ の間、動作温度(例えば300~400)よりも高い温度(例えば400~500)に加熱し、次いで1秒~10秒などの期間 $T_2$ の間、動作温度に加熱し、例えば期間 $T_2$ の最後に、負荷抵抗への電圧をサンプリングし、ガスセンサドライブ24もしくは主基板26がガスを検出する。これ以外の期間は、ガスセンサ2は周囲温度に放置される。ガスを検出すると、動作周期を $T_c$ よりも短縮しても良く、また期間 $T_1$ の高温加熱は省略し、周囲温度と動作温度との間の温度変化のみを行っても良い。さらに負荷抵抗への電圧をサンプリングするタイミングは任意である。

#### 【0020】

図4は、ガスセンサ2, 従って携帯電子機器が、閉所に置かれていることを検出すると、ヒータの駆動をオフするアルゴリズムを示す。ガスセンサ2を周期 $T_c$ で駆動し、例えば1周期毎に携帯電子機器が閉所に置かれているか否かを検出する(ステップ1)。ここに閉所は閉じられた空間を意味し、例えば、鞆、ハンドバッグ、ポケット、引き出しの中などである。閉所に置かれているか否かの検出周期は、ガスセンサ2の駆動周期 $T_c$ よりも長くても良い。

#### 【0021】

携帯電子機器では、照度センサ30により周囲が暗いことを検出し、これから閉所に携帯電子機器が置かれていることを検出できる。近接センサ31が常に近距離に物体を検出しているのは、閉所に特有の現象である。これ以外に例えばカメラ32を用いて周囲の明るさを検出しても良い。閉所の検出に用いるセンサの種類は任意であるが、携帯電子機器に内蔵のセンサを用い、好ましいのは照度センサ30と近接センサ31とである。なお照度センサ30では、夜間と閉所とを区別できないことがある。そこで携帯電子機器がユーザにより使用されていることを、タッチパネル36, あるいはマイクロホン38から入力があること等により検出し、閉所ではないとしても良い。

#### 【0022】

ガスセンサ2の汚染の防止とは直接の関係はないが、加速度センサ34, 地磁気センサ35等により、携帯電子機器が携帯されずに、同じ場所に長時間おかれていることを検出した際に、ガスセンサ2の駆動を停止しても良い。これは多くの場合、就寝中に相当し、寝室の空気の質を検出する意味は小さいためである。なお照度センサ30を用いると就寝中はガスセンサ2の駆動を停止することになるが、近接センサ31では就寝中もガスセンサ2は駆動される。

#### 【0023】

検出する必要があるのは、ガスセンサ2の1駆動周期 $T_c$ よりも長い時間に渡ってガスセンサ2が閉所に置かれていることである。例えば1駆動周期 $T_c$ に数回閉所の検出を行い、これらが全て閉所であることを示すと、ガスセンサ2(携帯電子機器)が閉所に置かれていると判断する。あるいは数駆動周期に渡って、閉所であるとの検出が続くと、ガスセンサ2が閉所に置かれていると判断する(ステップ2)。

#### 【0024】

閉所であると検出すると、ガスセンサ2の駆動を停止する(ステップ3)。ガスセンサ2のヒータを動作させないので、金属酸化物半導体に吸着したシリコンガスが、重合等により脱離し難い物質に転化することを防止でき、また金属酸化物半導体の周囲に局所的

10

20

30

40

50

な対流が形成されて、シリコンガスが金属酸化物半導体に吸着しやすくなることを防止する。なお特許文献1に記載のように、MEMSガスセンサではエタノール等の有機溶媒も汚染の原因となるので、汚染物質はシリコンガスとは限らない。

【0025】

閉所に置かれているため駆動を停止した時間、例えば駆動周期 $T_c$ の数をカウントする(ステップ4)。ただし停止時間をカウントしなくても良い。

【0026】

例えば1周期 $T_c$ 毎に閉所に置かれているか否かの検出を続行し、閉所から取り出されたことを検出すると(ステップ5)、ヒートクリーニングを行うことにより、ガスへの応答性能を回復させる(ステップ6)。400~500程度の温度に30秒~10分程度加熱すると、加熱時間が長い場合、吸着したシリコンガスは、重合するものの、脱離により除去されると考えられる。ただしヒートクリーニングを行わず、閉所から取り出されたことを検出すると、直ちに図3に示す通常の駆動パターンへ戻っても良い。

【0027】

図5~図7はヒートクリーニングの例を示し、左側は常時の駆動パターンを、右側はヒートクリーニングでの駆動パターンを示す。図5では、動作温度よりも高い温度に加熱する期間を通常の $T_1$ から、30秒~10分程度のヒートクリーニング期間 $T_3$ へ延長する。これによって、ガスセンサ2の駆動を停止していた期間中に吸着した汚染ガスと雑多なガスを除去する。

【0028】

図5では、ヒートクリーニング後に、直ちに動作温度へ金属酸化物半導体を加熱する。しかし図6のように、期間 $T_3$ のヒートクリーニング後に、一度周囲温度へ戻した後に、ガスセンサ2を駆動しても良い。

【0029】

図7では、ヒートクリーニングとして80~200程度の温度を期間 $T_3$ だけ経験させ、ガスセンサ2の駆動を停止していた期間中に吸着した雑多なガスを蒸発させる。

【0030】

ヒートクリーニング時間 $T_3$ は例えば、ガスセンサ2が閉所に置かれた時間によって決めることが好ましい。例えば、この時間が短い場合(10分~1時間程度)であれば、ヒートクリーニングを省略し、この時間が長い程、ヒートクリーニングの期間を長くすることが好ましい。

【0031】

図9に示すように、汚染ガスとの接触時にガスセンサの駆動を停止する、即ちヒータ電力を加えないことにより、汚染を防止できる。ヒートクリーニングの意味は、駆動を停止していた間に吸着した雑多なガスを除去することにある。従って、ヒートクリーニングは行わなくても良い。また閉所に置かれている間に、シリコン等を金属酸化物半導体から蒸発させても良い。このような例を図8に示し、ガスセンサ2が閉所に置かれると、所定の間隔で期間 $T_4$ だけ、80~200程度に加熱し、吸着したシリコンガス等を蒸発させる。上段は常時の駆動パターン、中段は閉所での駆動パターンで、閉所から取り出すと、下段の常時の駆動パターンに戻る。

【0032】

図9は、シリコンガスの存在下でもガスセンサ2の駆動を続けた場合(上段)と、シリコンガスが存在するとガスセンサ2の駆動を停止した場合(下段)との、汚染の違いを示す。ハンドバックなどの中でのシリコンガスよりも高濃度なシロキサンガス(D5)1ppmを含む雰囲気、24時間ガスセンサを置いた。シロキサンガスとの接触前のガスへの応答を図9の左側に、接触後のガスへの応答を図9の右側に示す。ガスとして、最初に3ppmの $H_2$ を用い、次に10ppmのエタノールを用いた。ガスセンサの駆動パターンは図3に示したものである。駆動周期 $T_c$ は90秒、期間 $T_1$ は1秒(金属酸化物半導体の最高温度は約400)、期間 $T_2$ (金属酸化物半導体の動作温度は約300)は4秒とした。金属酸化物半導体は $SnO_2$ の厚膜(膜厚は約20 $\mu m$ )とした。

10

20

30

40

50

【0033】

図9の上段はシリコンガスとの接触時もガスセンサの駆動を続けた際の結果を、下段はシリコンガスとの接触時はガスセンサの駆動を停止した際の結果を示す。シリコンガス中でガスセンサを間欠駆動すると、応答の大きさが減少すると共に、応答時間も長くなった。これに対して、シリコンガス中でガスセンサの駆動を停止すると、応答の大きさはほとんど変わらず、応答時間も長くならなかった。即ち汚染ガスの存在時に、ガスセンサの駆動を停止することにより、汚染を防止できた。

【0034】

なおエタノール等の有機溶媒が汚染の原因となるのは、これらの有機溶媒が金属酸化物半導体中で重合するためで（特許文献1を参照）、重合に必要な加熱は金属酸化物半導体を動作温度へ加熱することにより行われる。そこで、汚染ガスが有機溶媒の場合も、ガスセンサの駆動を停止することにより、汚染を防止できる。

10

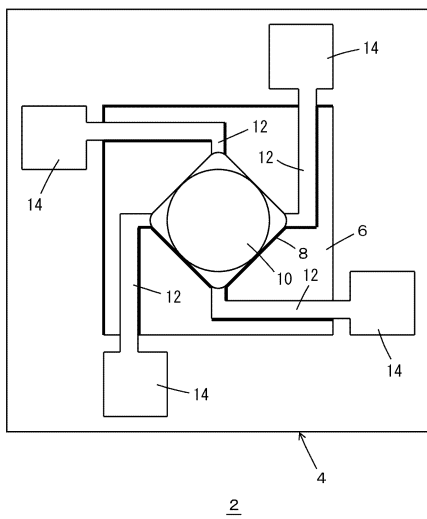
【符号の説明】

【0035】

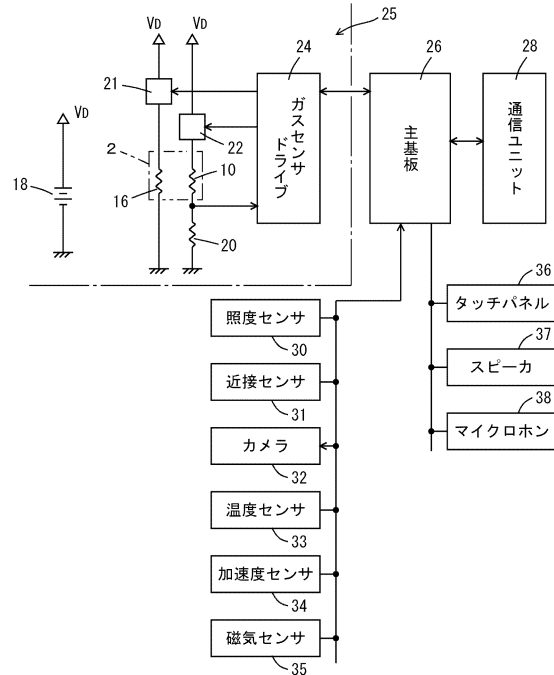
- 2 MEMSガスセンサ      4 基板      6 空洞      8 支持膜
- 10 金属酸化物半導体膜      12 脚      14 パッド
- 16 ヒータ      18 電池電源      20 負荷抵抗
- 21, 22 スイッチ      24 ガスセンサドライブ
- 25 駆動回路      26 主基板      28 通信ユニット
- 30 照度センサ      31 近接センサ      32 カメラ
- 33 温度センサ      34 加速度センサ      35 地磁気センサ
- 36 タッチパネル      37 スピーカ      38 マイクロホン

20

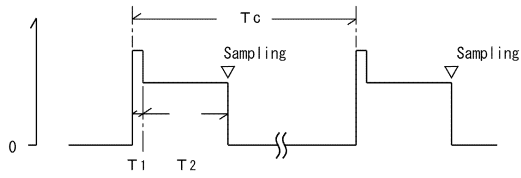
【図1】



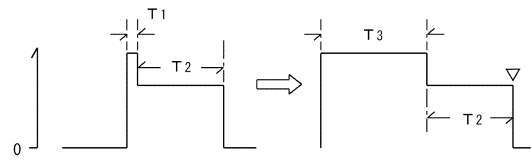
【図2】



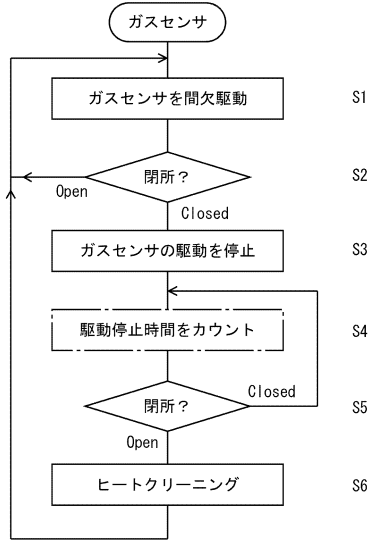
【図3】



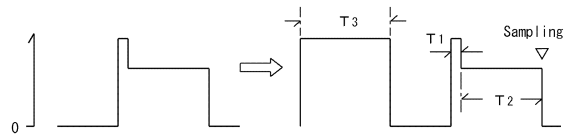
【図5】



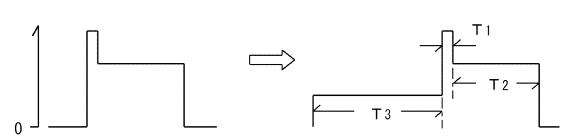
【図4】



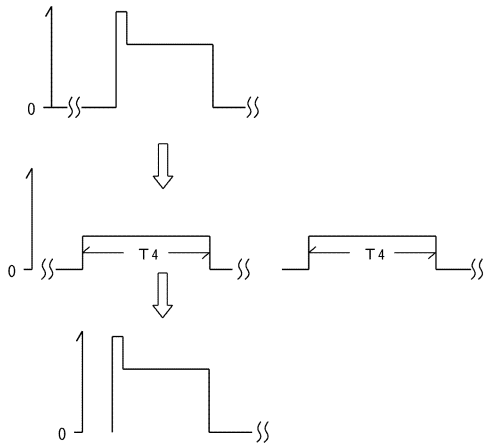
【図6】



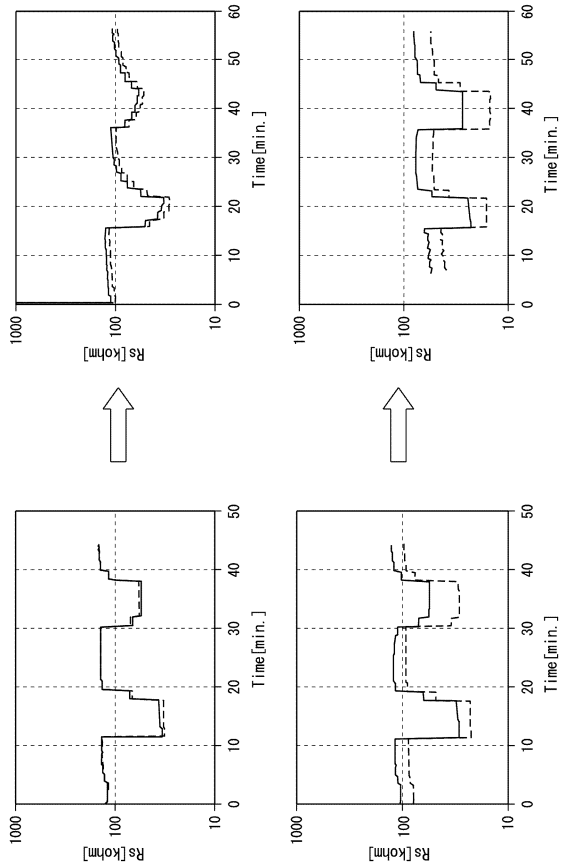
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-172973(JP,A)  
特開2009-58389(JP,A)  
米国特許出願公開第2014/0223995(US,A1)  
特開2000-341375(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01N 27/00 - 27/24