

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6764935号  
(P6764935)

(45) 発行日 令和2年10月7日 (2020.10.7)

(24) 登録日 令和2年9月16日 (2020.9.16)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 27/26 (2006.01)	GO 1 N 27/26 3 9 1 Z
GO 1 N 27/416 (2006.01)	GO 1 N 27/416 3 1 1 A

請求項の数 26 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2018-522712 (P2018-522712)	(73) 特許権者	515150586
(86) (22) 出願日	平成29年2月1日 (2017.2.1)		エムエスエー テクノロジー, リミテッ
(65) 公表番号	特表2019-503475 (P2019-503475A)		ド・ライアビリティ・カンパニー
(43) 公表日	平成31年2月7日 (2019.2.7)		アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 16
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/015985		066 クランベリー タウンシップ, ク
(87) 国際公開番号	W02017/136407		ランベリー ウッズ ドライブ 1000
(87) 国際公開日	平成29年8月10日 (2017.8.10)	(74) 代理人	110002734
審査請求日	令和1年5月15日 (2019.5.15)		特許業務法人藤本パートナーズ
(31) 優先権主張番号	15/012, 919	(72) 発明者	デイヴィス, ブライアン, キース
(32) 優先日	平成28年2月2日 (2016.2.2)		アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 16
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		002 バトラー, ダッチタウン ロード
			438

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高速回復を伴うセンサ問い合わせ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作用電極と、操作可能に前記作用電極に繋がった回路と、を有するセンサを、環境中の被験物を検出するために操作する方法であって、

前記作用電極に電気エネルギーを印加することによって非ファラデー電流を発生させることを含むセンサ問い合わせサイクルを実行することと、

前記センサの状態を決定すべく前記非ファラデー電流の発生に対する応答を測定することと、

前記非ファラデー電流を消散させ、前記被験物を検出するために前記センサの分析応答が監視されるベースライン出力へ前記センサを回復させるために必要な時間を減らすべく前記回路を能動的に制御することと、を備え、

( i ) 前記非ファラデー電流を発生させることは、第 1 電位差を前記作用電極に印加することを含み、前記回路を能動的に制御することは、前記第 1 電位差を印加することに続いて、前記作用電極に、前記第 1 電位差とは反対極性であり且つ前記第 1 電位差よりも小さい規模の第 2 電位差を少なくとも印加することを含むか、あるいは、

( ii ) 前記回路を能動的に制御することは、前記非ファラデー電流を発生させた後に、前記作用電極と電氣的に接続した負荷抵抗を減少させることを含む、

方法。

【請求項 2】

前記センサ問い合わせサイクルが、1 秒未満続く、請求項 1 に記載の方法。

10

20

## 【請求項 3】

前記作用電極に電気エネルギーを印加することは、第 1 電位差を前記作用電極に印加することを含み、前記回路を能動的に制御することは、前記作用電極に前記第 1 電位差とは反対極性であり且つ前記第 1 電位差よりも小さい規模の前記第 2 電位差を少なくとも印加することを含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記回路を能動的に制御することは、前記作用電極と電氣的に接続した前記負荷抵抗を減少させることを含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記作用電極に電気エネルギーを印加することは、前記作用電極の電位を所定時間変化させることを含む、請求項 1 に記載の方法。

10

## 【請求項 6】

前記負荷抵抗を減少させることは、前記応答の測定と同時に、又は、前記応答の測定後に起こる、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記所定時間は、1 / 2 秒以下である、請求項 5 の方法。

## 【請求項 8】

前記所定時間は、1 / 16 秒以下である、請求項 5 の方法。

## 【請求項 9】

前記所定時間は、1 / 64 秒以下である、請求項 5 の方法。

20

## 【請求項 10】

前記センサは、負荷抵抗器と、該負荷抵抗器をバイパスするバイパススイッチとを有する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記バイパススイッチは、電界効果トランジスタスイッチを有し、前記電界効果トランジスタスイッチを活性化させると前記負荷抵抗を減少させ、前記電界効果トランジスタスイッチを不活性化させると前記負荷抵抗を増大させる、請求項 10 に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記センサ問い合わせサイクルを定期的を開始することをさらに含む、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

## 【請求項 13】

前記センサ問い合わせサイクルに基づいて、前記センサの出力を少なくとも部分的に調整することをさらに含む、請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 14】

作動状態において環境中の被験物を検出するように操作可能な電気化学センサであって、

前記センサは、作用電極と、操作可能に前記作用電極に繋がった回路と、を備え、

前記回路は、センサ問い合わせサイクルを実行するように構成され、

前記回路は、前記センサ問い合わせサイクル中に前記作用電極に電気エネルギーを印加して非ファラデー電流を発生させるための電源と、前記センサの応答を測定するためのシステムと、前記非ファラデー電流を消散させ前記被験物を検出するために前記センサの分析応答が監視されるベースライン出力へ前記センサを回復させるために必要な時間を減らすべく前記回路を能動的に制御するための制御システムとを有し、

40

( i ) 前記制御システムは、前記非ファラデー電流を発生させるべく前記作用電極に第 1 電位差を印加して前記回路を能動的に制御するように構成され、且つ、前記第 1 電位差の印加に続いて、前記作用電極に、前記第 1 電位差とは反対極性であり且つ前記第 1 電位差よりも小さい規模の第 2 電位差を少なくとも印加して前記回路を能動的に制御するように構成されているか、あるいは、

( ii ) 前記制御システムは、前記非ファラデー電流を発生させた後に、前記作用電極と電氣的に接続された負荷抵抗を減少させることによって、前記回路を能動的に制御するよう

50

に構成されている、  
電気化学センサ。

【請求項 15】

前記回路は、1秒未満で前記センサ問い合わせサイクルを完了するように構成されている、請求項14に記載の電気化学センサ。

【請求項 16】

前記制御システムは、前記非ファラデー電流を発生させるべく前記作用電極に前記第1電位差を印加して前記回路を能動的に制御するように構成され、

前記制御システムは、前記非ファラデー電流を消散させるべく、前記作用電極に、前記第1電位差とは反対極性であり且つ前記第1電位差よりも小さい規模の第2電位差を少なくとも印加して前記回路を能動的に制御するように構成されている、請求項14又は15に記載の電気化学センサ。

10

【請求項 17】

前記制御システムは、前記非ファラデー電流を消散させるべく、前記作用電極と電氣的に接続された前記負荷抵抗を減少させて前記回路を能動的に制御するように構成されている、請求項14又は15に記載の電気化学センサ。

【請求項 18】

前記作用電極に電気エネルギーを印加することは、前記作用電極の電位を所定時間変化させること含む、請求項17に記載の電気化学センサ。

【請求項 19】

前記負荷抵抗を減少させることは、前記応答の測定と同時に、又は、前記応答を測定した後起こる、請求項17に記載の電気化学センサ。

20

【請求項 20】

前記所定時間は、1/2秒以下である、請求項18に記載の電気化学センサ。

【請求項 21】

前記所定時間は、1/16秒以下である、請求項18に記載の電気化学センサ。

【請求項 22】

前記所定時間は、1/64秒以下である、請求項18に記載の電気化学センサ。

【請求項 23】

前記回路は、負荷抵抗器と、該負荷抵抗器をバイパスするバイパススイッチと、を有する、請求項14乃至22のいずれか1項に記載の電気化学センサ。

30

【請求項 24】

前記バイパススイッチは、電界効果トランジスタスイッチを有し、前記電界効果トランジスタスイッチを活性化させると前記負荷抵抗を減少させ、前記電界効果トランジスタスイッチを不活性化させると前記負荷抵抗を増大させる、請求項23に記載の電気化学センサ。

【請求項 25】

前記回路は、前記センサ問い合わせサイクルを定期的に開始するように構成されている、請求項14乃至24のいずれか1項に記載の電気化学センサ。

【請求項 26】

前記制御システムは、さらに、前記センサ問い合わせサイクルに基づいて前記センサの出力を少なくとも部分的に調整するように構成されている、請求項14乃至25のいずれか1項に記載の電気化学センサ。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2016年2月2日に提出された米国特許出願第15/012,919号の利益を主張し、その開示が、参照によって本明細書に組み込まれる。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

以下の情報は、以下に開示された技術を理解するうえで読者を支援するため、また、そのような技術が典型的に利用されてもよい状況を支援するために提供される。本明細書において使用される用語は、本明細書で特に明記しない限り、特定の狭い解釈に限定されることを意図したものではない。本明細書に記載の参考文献は、技術又はその背景の理解を容易にすることができる。本明細書で引用された全ての参考文献の開示は、参照によって援用される。

## 【0003】

安全策（ブルーデンス）は、ガス検出機器類を機能性のために定期的にテストすることを求める。例えば、卓上検出計測器に対して日常的に「バンプチェック」又は機能性チェックを施すことは、一般的なことである。このテストの目的は、一般的に機器と称されるガス検出システム全体の機能を確保することである。周期的バンプチェックや機能性チェックも、例えば、完全校正の間の期間を延ばすために常設ガス検出機器に対して実施され得る。ガス検出システムは、少なくとも1つのガスセンサと、電子回路と、センサを駆動させてその応答を解析し使用者へ応答を表示するための電源とを含む。このシステムは、さらに、そのような部品を梱包し、保護するための筐体を含む。バンプチェックは、通常、以下のことを含む。a) 関与するガス（通常は、機器が検出を意図している標的ガス又は被験ガス）を適用すること。b) センサ応答を収集して解析すること。c) 末端利用者にシステムの機能状態（即ち、機器が正常に機能しているか否か）を示すこと。

## 【0004】

このようなバンプテストは、日々、定期的且つ一般的に実行されている。バンプチェックは、使用者に、ガス検出装置が正常に作動しているという比較的高度の保証を提供する。バンプチェックは、有害ガスの警報レベルを検出するために必要な同様な方法で、ガス検出装置の全部分における必要な全機能をはたらかせる。その点において、バンプチェックは、センサの有効部品に接触する任意の搬送経路（例えば、任意の保護膜及び/又は拡散膜を含む）を介して、機器の外部から効率的なガス供給があることを保証する。バンプチェックは、センサ自体の検出状況が正常に進行すること、また、センサが適切な応答機能や応答信号を提供すること、保証する。バンプチェックは、関連する電源と電子回路とにセンサが正常に接続されていること、また、センサ信号が正常に解析されていることを、さらに保証する。さらに、バンプチェックは、ガス検出機器の計器又はユーザインターフェース（例えば、ディスプレイ及び/又は告示機能）が意図した通りに機能することを保証する。

## 【0005】

しかしながら、周期的に/日々のバンプチェックが必要とされることには、いくつかの重大な欠点がある。例えば、このようなバンプチェックは、特に、多くのガス検出システム又は機器を含む産業施設などの施設において、時間を必要とする。バンプチェックは、潜在的に危険であり高価な校正ガスの使用も必要とする。さらに、バンプチェックは、加圧ガスボトル、減圧レギュレータ、機器に正常に校正ガスを供給するためのチューブ及びアダプタを含む専用ガス供給システムも、通常、必要とする。専用ガス供給システムが必要とされることは、小型ガス検出装置をバンプチェックする機会が、ガス供給装置の利用可能性によって、場所及び時間において制限されることを意味することが多い。

## 【0006】

近年、必要とされるバンプテスト数を減らすために、いくつかのシステム及び方法が提案されている。このようなシステムは、例えば、センサの電子問い合わせ（エレクトリック インタロゲーション）を含み得る。センサは、そのような電子問い合わせの間、オフラインであるか、又は、被験物又は標的ガス（ガス類）を検出することができない。例えば、いくつかのセンサは、その1つ又は複数の電極に電子問い合わせを実行する機能を含み、20～30秒の時間がかかる問い合わせプロセスを開始することを使用者に要求する。例えば、電位変化が5～10秒間電極に印加されてもよく、対応する電流減衰曲線が2

10

20

30

40

50

0 ~ 30 秒の期間にわたって観察される。上述したように、そのような20 ~ 30 秒の期間の間、センサは、オフラインであり、被験物（1 種又は複数種）を検出するために使用することができない。特に、1 つ又は複数の有害被験物又は標的ガスを検出するためにセンサが使用される場合には、センサがオフラインである時間量を最小化することが望ましい。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

環境中の被験物を検出するセンサの操作方法は、センサが、作用電極と、操作可能に該作用電極に繋がった回路とを有し、

10

非ファラデー電流を発生させるべく作用電極に電気エネルギーを印加することを含むセンサ問い合わせサイクルを実行することと、

センサの状態を決定すべく非ファラデー電流の発生に対する応答を測定することと、

非ファラデー電流を消散させるべく回路を能動的に制御することと、を備える。

いくつかの実施形態において、センサ問い合わせサイクルは、1 秒未満続く。この方法は、例えば、センサ問い合わせサイクルを定期的に開始することを含んでもよい。

【0008】

作用電極に電気エネルギーを印加することは、例えば、第1 電位差を作用電極に印加することを含んでもよい。回路を能動的に制御することは、例えば、作用電極に第1 電位差とは反対極性の第2 電位差を少なくとも印加することを含んでもよい。

20

【0009】

いくつかの実施形態において、回路を能動的に制御することは、作用電極と電氣的に接続した負荷抵抗を減少させることを含む。作用電極に電気エネルギーを印加することは、例えば、作用電極の電位を所定時間変化させることを含んでもよい。所定時間は、例えば、1 / 2 秒以下、1 / 16 秒以下、又は1 / 64 秒以下であってもよい。いくつかの実施形態において、負荷抵抗を減少させることは、応答の測定と同時に、又は、応答を測定した後起こる。

【0010】

いくつかの実施形態において、センサは、負荷抵抗器と、負荷抵抗器を回避（バイパス）するバイパススイッチとを有する。バイパススイッチは、例えば、電界効果トランジスタスイッチを含んでもよく、電界効果トランジスタスイッチを活性化すると、負荷抵抗を減少させ、電界効果トランジスタスイッチを非活性化すると、負荷抵抗を増大させる。

30

【0011】

いくつかの実施形態において、上記方法は、さらに、センサ問い合わせサイクルに基づいてセンサの出力を少なくとも部分的に調整することを含む。

【0012】

電気化学センサは、センサの作動状態において環境中の被験物を検出するように操作可能であり、また、作用電極と、操作可能に該作用電極に繋がった回路とを有し、電子問い合わせサイクルを実行するように構成されている。回路は、非ファラデー電流を発生させるべく電子問い合わせサイクル中に作用電極に電気エネルギーを印加する電源を有する。さらに、電気化学センサは、センサの応答を測定するシステムと、非ファラデー電流を消散させるべく回路を能動的に制御する制御システムとを有する。いくつかの実施形態において、回路は、センサ問い合わせサイクルを1 秒未満で完了するように構成されている。回路は、例えば、センサ問い合わせサイクルを定期的に開始するように構成されてもよい。

40

【0013】

回路は、例えば、第1 電位差を作用電極に印加するように構成されてもよい。制御システムは、例えば、非ファラデー電流を消散させるべく、作用電極に第1 電位差とは反対極性の第2 電位差を少なくとも印加するように回路を能動的に制御してもよい。制御システムは、例えば、非ファラデー電流を消散させるべく作用電極と電氣的に接続された負荷抵

50

抗を減少させてもよい。負荷抵抗を減少させることは、例えば、非ファラデー電流の発生への応答の測定と同時に、又は、該応答を測定した後に、起きてもよい。

【0014】

作用電極に電気エネルギーを印加することは、例えば、所定時間、作用電極の電位を変化させることを含んでもよい。いくつかの実施形態において、所定時間は、1/2秒以下、1/16秒以下、又は1/64秒以下である。

【0015】

いくつかの実施形態において、回路は、負荷抵抗器と、負荷抵抗器をバイパスするバイパススイッチとを有する。バイパススイッチは、例えば、電界効果トランジスタスイッチを有してもよい。例えば、電界効果トランジスタスイッチを活性化すると、負荷抵抗を減少させることができ、例えば、電界効果トランジスタスイッチを不活性化させると、負荷抵抗を増加させることができる。

10

【0016】

いくつかの実施形態において、制御システムは、さらに、センサ問い合わせサイクルに基づいて、センサの出力を少なくとも部分的に調整するように構成されている。

【0017】

環境中の被験物を操作可能に検出するセンサを操作する方法は、センサが、作用電極と、操作可能に該作用電極に繋がった回路とを有し、

非ファラデー電流を発生させるべく作用電極に電気エネルギーを印加することを含むセンサ問い合わせサイクルを実行することと、センサの状態を決定すべく非ファラデー電流の発生に対する応答を測定することを含む。いくつかの実施形態において、被験物を検出するためにセンサの分析応答が測定され得るベースライン電流に、電気エネルギーの印加から1秒未満に達するように迅速に、非ファラデー電流が減衰する程度に、印加されるエネルギー量は、大きさにおいて小さく且つ継続時間において短い。

20

【0018】

本発明の装置、システム、及び方法は、その属性及びそれに付随する利点を伴って、添付の図面と併せて以下の詳細な説明を考慮して、最もよく理解され、認識され则认为られる。

【図面の簡単な説明】

30

【0019】

【図1A】図1Aは、本明細書の電気化学センサの一実施形態を概略的に示す。

【図1B】図1Bは、本明細書のセンサの一実施形態の概略回路図を示す。

【図2A】図2Aは、1/16秒、+10mVパルスの付加後の硫化水素( $H_2S$ )におけるセンサのセンサ信号の回復を示し、既定抵抗の負荷抵抗器が、作用電極に直列である場合と、パルスの終了時にFETスイッチを介して抵抗器がバイパス又は短絡された場合とである。

【図2B】図2Bは、拡大出力目盛りと時間目盛りとにおける、図2Aの結果の一部を示す。

【図3A】図3Aは、1/64秒、+10mVパルスの付加後の硫化水素( $H_2S$ )におけるセンサのセンサ信号の回復を示し、既定抵抗の負荷抵抗器が、作用電極に直列である場合と、パルスの終了時にFETスイッチを介して抵抗器がバイパス又は短絡された場合とである。

40

【図3B】図3Bは、拡大出力目盛りと時間目盛りとにおける、図3Aの結果の一部を示す。

【図4A】図4Aは、1/16秒、+10mVパルスの付加後の一酸化炭素( $CO$ )におけるセンサのセンサ信号の回復を示し、既定抵抗の負荷抵抗器が、作用電極に直列である場合と、パルスの終了時にFETスイッチを介して抵抗器がバイパス又は短絡された場合とである。

【図4B】図4Bは、拡大出力目盛りと時間目盛りとにおける、図4Aの結果の一部を示

50

す。

【図5A】図5Aは、1/64秒、+10mVパルスの付加後の二酸化炭素におけるセンサのセンサ信号の回復を示し、既定抵抗の負荷抵抗器が、作用電極に直列である場合と、パルスの終了時にFETスイッチを介して抵抗器がバイパス又は短絡された場合とである。

【図5B】図5Bは、拡大出力目盛りと時間目盛りとにおける、図5Aの結果の一部を示す。

【図6】図6は、+10mVのテスト電位差に応答した本明細書のセンサの出力を示す。ここで、出力(MPV)のピーク値の測定後であるが、いくつかの追加データ点の収集前に、FETスイッチが活性化されている。

【図7】図7は、本明細書のセンサの出力を示す。ここで、印加電位が、2つの問い合わせサイクル(「低」問い合わせサイクル及び「高」問い合わせサイクル)にわたって、高低間で切り替えられている。

【図8】図8は、本明細書のセンサの出力を示す。ここで、一連の電位ステップ変化が電流を放電するために適用され、また、連続する各電位ステップ変化は、前のものと比べて、小さい大きさであり且つ反対の極性である。

【図9】図9は、本明細書のセンサの出力を示す。ここで、簡略化減衰曲線からのデータを収集することができるよう、図8に印加されるよりも、電位変化がより長いパルスが印加されている。

【図10】図10は、本明細書のセンサの出力を示す。ここで、センサの電子回路の能動的制御が、例えば1秒未満で電流スパイクを消散させることを要しない程度に、小さい大きさ且つ短い持続時間で、電位ステップ変化、又は、パルスが適用されている。

【図11】図11は、本明細書のセンサの出力を示す。ここで、別個の問い合わせ結果として電位摂動を適用することに代わって、図10に関連して説明したような大きさ及び持続時間で、一連の電位ステップ変化、又は、パルスが適用され、電位波形がセンサに適用され、サイクル内における既定間隔でデータ点がサンプリングされている。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本願の図面に一般的に記載及び図示されるように、実施形態の構成要素が、説明された代表的実施形態に加え、多種多様な構成で配置及び設計されてもよいことは、容易に理解されと思われる。従って、代表的実施形態のより詳細な以下の説明は、請求項に記載のごとく、図面に示されるように実施形態の範囲を限定することを意図するものではなく、代表的実施形態の単なる例示である。

【0021】

本明細書を通じた「一実施形態」又は「実施形態」(など)への参照は、本実施形態に関連して記載される特定の特徵、構造、又は特性が、少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。従って、本明細書を通して様々な場所で、「一実施形態において」又は「実施形態において」等の語句の出現は、必ずしも全て同じ実施形態を参照しない。

【0022】

さらには、記載された特徵、構造、又は特性は、1つの以上の実施形態において任意の適切な方法で組み合わせられてもよい。以下の説明において、多数の具体的詳細が、本明細書における実施形態の完全な理解を与えるために提供される。しかしながら、様々な実施形態が、具体的詳細の1つ以上がなくても実施でき、又は他の方法、構成要素、材料などを伴って実施できることを、当業者は認識することとなる。他の例において、周知の構造、材料、又は操作は、難読化を避けるために、詳細には図示又は説明されない。

【0023】

本明細書及び添付された特許請求の範囲において使用されるように、文脈が別途明確に示さない限り、単数形「a」、「an」、及び「the」は、複数の言及を含む。従って、例えば、「電極」についての言及は、当業者に知られた、複数のそのような電極及びその等価物などを含み、「電極」についての言及は、当業者に知られた1つ又は複数のそのような

10

20

30

40

50

電極及びその均等物などの言及である。本明細書における数値範囲の列挙は、範囲内に入る各別個の値を個々に言及する省略法として役立つことを単に意図している。本明細書で別途示されない限り、各個別の値及び中間範囲は、本明細書で個々に列挙されたかのように、本明細書に組み込まれる。本明細書で別途示されるか、又は明確に文章で禁忌されない限り、本明細書に記載の全ての方法を、任意の適切な順序で実施することができる。

#### 【0024】

本明細書で使用されるように、用語「回路」又は「電子回路」は、(複数の)機能又は(複数の)動作を実行するための、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、又はそれぞれの組み合わせを含むが、これらに限定されるものではない。例えば、所望の機能又は必要性に基づいて、回路は、ソフトウェア制御マイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路(A S I C)などの個別論理(ディスクリートロジック)、又は、他のプログラムされた論理デバイスを含んでもよい。回路は、ソフトウェアとして完全に具現化されてもよい。

10

#### 【0025】

本明細書で使用される用語「制御システム」又は「制御装置(コントローラ)」は、1つ又は複数の入力機器又は出力機器の操作を調整及び制御する任意の回路又は機器(デバイス)を包含するが、これに限定されるものではない。例えば、制御装置は、入力機能又は出力機能を実行するようにプログラムされることが可能な、1つ又は複数のプロセッサ、マイクロプロセッサ、又は中央処理装置(C P U)を有する機器を含み得る。

#### 【0026】

本明細書において使用される用語「プロセッサ」は、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、中央処理装置(C P U)、デジタル信号プロセッサ(D S P)、などプロセッサシステム又は独立型プロセッサ及びそれら任意の組み合わせの、実質的に任意の数の1つ又は複数を包含するが、これらに限定されるものではない。プロセッサは、メモリシステム(例えば、ランダムアクセスメモリ(R A M)、リードオンリーメモリ(R O M)、プログラマブルリードオンリーメモリ(P R O M)、消去可能プログラマブルリードオンリーメモリ(E P R O M))、クロック、デコーダ、メモリコントローラ、又は割り込み専用コントローラといった、プロセッサの操作をサポートする様々な他の回路に関連付けられていてもよい。これらのサポート回路は、プロセッサ又はそれに関連する電子パッケージの内部又は外部にあってもよい。サポート回路は、サポート回路と、操作可能に通信している。サポート回路は、ブロック図又は他の図において、必ずしもプロセッサから分離して示されていない。

20

30

#### 【0027】

上述したように、センサのテスト診断を行うため(つまり、センサ問い合わせサイクルの間)にセンサがオフラインである時間の量を、最小化することが望ましい。いくつかの実施形態において、本明細書に記載の装置、システム、及び/又は、方法は、本明細書の電気化学センサにおける通常作動状態への復帰のために、一般的に、10秒未満、5秒未満、又はさらには1秒未満が可能である。本明細書の機器、システム、及び方法は、1つ又は複数のセンサを含む機器を「オンライン」に保つことを可能にするだけでなく、使用者の開始を必要とせずに、センサ状態の能動的且つ自動的な監視もバックグラウンド処理として提供する。本明細書における問い合わせの頻度は、変化してもよい。例えば1時間あたり数回の頻度でセンサ問い合わせを提供することで、ほぼ一定のセンサ寿命、及び、健全状態の監視を提供できる。

40

#### 【0028】

電気化学ガスセンサにおいて、測定されるガスは、典型的には、周囲の大気又は環境から、ガス浸透性又はガス透過性の膜を介して、センサ筐体内に入り、化学反応が起こる第1電極又は作用電極(ときに検出電極と称される)へ移動する。相補的な化学反応は、対電極(又は補助電極)として知られる第2電極で起こる。電気化学センサは、被検査ガス(即ち、検出されるガス)の酸化又は還元から作用電極で直接生じる電流の発生を介して、分析信号を生成する。電気化学ガスセンサの包括的な議論は、Cao, Z. and Stetter, J

50



.R., "The Properties and Applications of Amperometric Gas Sensors," Electroanalysis, 4(3), 253 (1992) でも提供され、その開示は、参照によって本明細書に組み込まれる。

【0029】

作用電極及び対電極の組み合わせは、電気信号を生成し、斯かる電気信号は、(1)被検査ガスの濃度と関わり合い、(2)関心のある全範囲にわたって、被検査ガスの濃度レベルを区別するために適した信号対ノイズ比を提供できるほどに十分強い。換言すると、作用電極と対電極との間の電流の流れは、関心のある濃度範囲にわたって、被検査ガスの濃度と、ある程度比例しなければならない。

【0030】

電気化学センサは、作用電極及び対電極に加えて、一般的に参照電極と称される第3電極を含むことが多い。参照電極は、作用電極を既知の電圧又は電位に維持するために使用される。参照電極は、電解質中において物理的及び化学的に安定であるべきである。

【0031】

作用電極と対電極との間の電氣的接続は、電解質を介して維持される。電解質の機能は、以下を含む。(1)効率的にイオン電流を運ぶこと、(2)被検査ガスを可溶化すること、(3)対電極及び作用電極の反応の両方を支援すること、(4)参照電極を用いた安定した参照電位をつくること。電解質の基準は、例えば、以下を含んでもよい。(1)電気化学的不活性、(2)イオン伝導性、(3)化学的不活性、(4)温度安定性、(5)低コスト、(6)低毒性、(7)低燃焼性、及び、(8)適切な粘度。

【0032】

一般的に、電気化学セルの電極は、電解質溶液のイオン伝導と、電流の完全回路を提供する電極の電子伝導とが連動したメカニズムを提供すべく、酸化又は還元(レドックス)反応が起こる表面を提供する。電気化学セルのセル反応から生じる測定可能電流は、電極で起こる反応程度に正比例する。従って、好ましくは、高い反応速度が電気化学セルにおいて維持される。このため、電気化学セルの対電極及び/又は作用電極は、反応速度を支援すべく、一般的に、その表面に適切な電極触媒を含む。

【0033】

静電力の結果、作用電極表面に非常に近い溶液の体積は、非常に高秩序構造である。この構造は、電極プロセスを理解する上で重要である。電極表面に非常に近い溶液の体積は、拡散層(diffusion layer、diffuse layer)、及び又は、ヘルムホルツ層又はヘルムホルツ面、様々に称される。

【0034】

電気化学セルに存在する抵抗及びキャパシタンスの大きさは、その製造に使用される材料の性質及び固有性と同一の結果となる。電解質の抵抗は、溶媒に溶解したイオンの数及び種類の結果となる。電極の静電容量は、主に電極触媒の有効表面積の関数である。理想的な世界では、これらの量は不変である。しかしながら、水性(水系)電解質を利用する電流測定ガスセンサにおいて存在する溶液の抵抗は、例えば、周囲の様々な相対湿度レベルへの曝露の結果として、変化し得る。水は、センサから蒸散するため、イオン性電解質の化学濃度は、増加する。この濃度変化は、実際に使用される電解質に応じて、電解質の抵抗率における増加又は減少をもたらし得る。

【0035】

さらには、特定の溶媒に一般的には不溶性と考える物質においても、溶媒中の物質の、低いものの有限の濃度が存在する。例えば、電気化学センサの電解質に溶解した、電極からの金属の、非常に低いものの有限の濃度が存在する。溶解した金属の斯かる低い濃度は、常に流動的である。即ち、金属原子が常に電極から溶解し、その後、どこか他のところで再固定化されている。このプロセスの正味の作用は、電極の有効表面積を減少させることである。これは、時間をかけてセンサ容量を低下させる作用を有する。上述の両方の作用は、その寿命にわたって、センサの感度を変化させる正味の作用を有することとなる。

【0036】

図1Aは、本明細書の検討で用いられた電気化学センサ10の代表的な実施形態の概略図を示す。センサ10は、1種又は複数種の標的ガス又は被検査ガスをセンサ10内に入れるためのガス入口30を有する筐体（ハウジング）20を備える。図示された実施形態において、電解質で飽和した芯材40a、40b、及び40cは、センサ10内で参照電極70及び対電極80を作用電極50から分離し、及び/又は、その間のイオン伝導性を、内部に吸収された電解質を介して提供する。当技術分野で知られている電子回路90は、例えば、作用電極50と参照電極70との間の所望の電位差を維持するために、また、本明細書に記載された電位差を変化又はパルス化させるために、また、センサ10からの出力信号を処理するために、提供される。電子回路90は、センサ10の操作の様々な態様を制御すべく、マイクロプロセッサなどのコントローラ90aを含むか、又は、これらと操作可能に繋がられてもよい。

10

#### 【0037】

図示された実施形態では、例えば、第1拡散膜52（例えば、センサの技術分野で公知の触媒堆積技術を使用）に、第1触媒層54を堆積させることによって、作用電極50を形成してもよい。作用電極50は、筐体20の上部、頂部、又は蓋部22の内面に（例えば、ヒートシールを介して）接触していてもよい。

#### 【0038】

図1Bは、本明細書のセンサの数多くの検討において使用される、電子回路又は制御回路90の一部又は部位の一実施形態を概略的に示す。このような電子回路は、定電位回路と称されることがある。図1Aに示すように、三電極センサにおいて、既定の電位差又は電圧は、電気化学反応を制御するため、また、センサによって生成される電流に比例した出力信号を提供するために、基準電極70と感知電極又は作用電極50との間で維持される。上述したように、ガスの酸化又は還元のうちいずれかによって、作用電極50は、被験物又は標的ガスに応答する。酸化還元反応は、ガス濃度に比例する電流の流れを生成する。電流は、対向電極80を介してセンサ10に供給される。作用電極における反応とは反対の酸化還元反応が、対向電極80で起こり、作用電極50を用いた回路を完成させる。対向電極80の電位はフロート可能である。ガスが検出される場合、セル電流が上昇し、対向電極80は、参照電極70に対して分極（偏極）する。作用電極50の正確な電位を維持するために十分な電圧及び電流を回路が提供する限り、対向電極80における電位は、重要でない。

20

30

#### 【0039】

電気回路90のための測定回路は、シングルステージオペアンプ又はオペアンプIC1を含む。センサ電流は、ゲイン抵抗器91（図示の実施形態において5k $\Omega$ の抵抗を有する）を通して反映され、出力電圧を生成する。負荷抵抗器92（図示の実施形態において56 $\Omega$ の抵抗を有する）は、例えば、最速の応答時間と最高の信号対ノイズ比との間のバランスによって、選択されてもよい。

#### 【0040】

制御オペアンプIC2は、定電位制御を提供し、作用電極50によって必要とされる電流を平衡させる対電極80に電流を提供する。IC2への反転入力は、参照電極に接続されるものの、参照電極からの有用な電流を引き込まない。

40

#### 【0041】

センサ10のような本明細書のセンサにおける電子問い合わせ中に、非ファラデー電流が誘導される（例えば、作用電極50へのエネルギーの印加によって）。例えば、電位のステップ変化（段差変化）を生成させ、非ファラデー電流を発生させてもよい。発生した非ファラデー電流は、電極の充電の結果として、センサの機能や状態を監視（モニタ）するために使用され得る。しかしながら、上述したように、センサは、標的ガス又は被験ガスを検出するために、その通常バイアス電位又は通常作動のための電位範囲に、復帰しなければならない。その作動バイアス又は作動電位差（ゼロであってもよい）にセンサを復帰させるプロセスは、反対方向に電流ピーク（電荷蓄積）を生成させる。作動電位差への復帰において立ち上がる電流のピークは、消散するために多くの秒数を要し得る。

50

## 【 0 0 4 2 】

センサの機能又はセンサの状態に関する情報が、持続時間の非常に小さい及び／又は短い、エネルギー／電極電位変化の印加において得られること、また、短い時間をかけた単一のデータ点又は複数のデータ点を分析／測定することが、得られた応答／電流曲線に及ぶことを、本発明者らは発見した。センサ 10（又は本明細書の他のセンサ）において、及び／又は、回復センサ 10（又は本明細書の他のセンサ）において、非ファラデー電流をその作動電位差に誘導するときに起こる、比較的大きな電流ピークの急速な放電は、センサ電子機器 90 の能動的制御によって（例えば、作用電極 50 と、テスト電位差が印加された後に出力／応答が測定される点と、の間にある、電子回路 90 の負荷抵抗を減少させることによって）達成され得ることを、本発明者らはさらに発見した。いくつかの実施形態において、作用電極 50 と、オペアンプ IC 1 出力との間にある負荷抵抗は、低い値に減少する。続いて、作用電極 50 と、オペアンプ IC 1 の出力との間にある負荷抵抗は、電荷が実質的に消散又は完全に消散した後に、その通常負荷抵抗又は作動負荷抵抗（又は負荷抵抗の作動範囲内）に復元する。

10

## 【 0 0 4 3 】

いくつかの実施形態において、負荷抵抗器 92（図 1 B 参照）は、作用電極 50 とオペアンプ IC 1 の反転端子との間の負荷抵抗を減少させるために、バイパスされる。バイパス回路 94 は、例えば、負荷抵抗器 92 をバイパスするように設けられていてもよい。いくつかの実施形態において、電界効果トランジスタ（FET）94a は、負荷抵抗器 92 の周囲におけるバイパス又は短絡を制御可能にもたらし、バイパス回路 94 におけるスイッチとして使用された。いくつかの実施形態において、金属酸化物半導体 FET 又は MOSFET が使用された。

20

## 【 0 0 4 4 】

図 2 A 及び図 2 B は、硫化水素（ $H_2S$ ）を検出するように設計された作用電極 50 を有するセンサ 10 の出力を示す。図 2 A 及び図 2 B の検討された実施形態において、拡散膜にイリジウム触媒を蒸着することで作用電極 50 を形成し、拡散膜にイリジウム触媒を蒸着することで基準電極 70 を形成し、また、拡散膜にイリジウム触媒を蒸着することで対向電極 80 を形成した。センサのバイアス電位又は作動電位差は、0 mV であった。図 2 A に示すように、点 A で表される時点において、電子問い合わせ手順が開始される。0.5 秒後（点 B によって表される）、テスト電位差を印加する。図示された検討では、+10 mV のテスト電位を印加した。出力の測定ピーク値（MPV）を、点 C で表されるように、テスト電位を印加した後 1 / 16 秒で記録した。そのとき、電位も 0 mV の作動電位差に回復させた。FET 94a の活性化によって負荷抵抗器 92 がバイパスされた場合のセンサ出力と、負荷抵抗器 92 がバイパスされていない場合のセンサ出力とを、図 2 A は示す。負荷抵抗器 92 がバイパスされる場合には、作動電位差への電位の復帰とほぼ同時、又は同時に、FET 94a が活性化した。図 2 A に示されるように、著しく低い負荷抵抗は、負荷抵抗器 92 がバイパスされていない場合よりも、有意に大きい負の電流スパイク（通常の作動状態において非常に高い負のガス ppm 読み取り値として観察されることとなる）を引き起こす。それゆえ、負荷抵抗器 92 をバイパスする際に起こる急速な放電が、非常に短い時間（つまり 1 秒未満で）で、センサ出力をベースラインに回復させることは、驚くべきことであった。負荷抵抗器 92 がバイパスされていない場合との対比が、出力目盛りを拡大した図 2 B において最もよく示されている。図 2 B に示されるように、負荷抵抗器 92 がバイパスされたときに、1 秒未満（即ち、 $t = 0.5$  秒から  $t = 約 0.95$  秒）で出力がベースライン出力に回復する一方で、負荷抵抗器 92 がバイパスされていないときには、ベースライン出力に出力が回復するために、多くの秒数を要する。図 2 A に示すように、FET 94a が非活性化され、点 D で表されるように約 0.95 秒の時点で回路における 56 負荷抵抗器 92 が復元されたときに、出力電流は、最終使用者（エンドユーザ）によって識別される値未満である。この値は、通常、標的ガスの約 0 から  $\pm 2$  ppm の範囲である。

30

40

50

## 【 0 0 4 5 】

図 3 A 及び図 3 B は、+ 1 0 m V のテスト電位を 1 / 6 4 秒間印加したときの H<sub>2</sub> S センサの出力を示す。t = 0 でテスト手順を開始して約 0 . 5 秒後、+ 1 0 m V のテスト電位差を印加する。テスト電位の印加後 1 / 6 4 秒でピーク出力値が記録された。その時、電位差も 0 m V の作動電位差に回復した。図 3 A は、F E T 9 4 a の活性化によって負荷抵抗器 9 2 がバイパスされた場合のセンサ出力、及び、負荷抵抗器 9 2 がバイパスされない場合のセンサ出力の両方を示す。負荷抵抗器がバイパスされる場合には、電位が作動電位差に回復するとほぼ同時、又は同時に、F E T 9 4 a が活性化された。繰り返しになるが、有意に低い負荷抵抗は、負荷抵抗器 9 2 がバイパスされていない場合よりも、有意に大きい負の電流スパイク（即ち、通常の作動状態において非常に高い負のガス p p m 読み取り値として観察されることとなる）を引き起こす。負荷抵抗器 9 2 がバイパスされていない場合との対比が、出力目盛りを拡大した図 3 B において最も良く示されている。図 3 B に示されるように、図 2 B に示した結果と同様に、負荷抵抗器 9 2 がバイパスされる場合に、1 秒未満で出力がベースライン出力に回復するものの、負荷抵抗器 9 2 がバイパスされない場合には、ベースライン出力に出力が回復するために、多くの秒数を要する（図 3 B）。5 6 負荷抵抗器 9 2 は、テスト手順の開始から 1 秒未満の時間で回路において復元した。

10

## 【 0 0 4 6 】

図 4 A 及び図 4 B は、1 / 1 6 秒間持続する + 1 0 m V のテスト電位差への応答における、一酸化炭素や C O を検出するように設計された作用電極 5 0 を有するセンサ 1 0 の出力を示す。図 2 A 及び図 2 B の検討された実施形態において、拡散膜に白金触媒を蒸着することで作用電極 5 0 を形成し、拡散膜に白金触媒を蒸着することで基準電極 7 0 を形成し、また、拡散膜に白金触媒を蒸着することで対向電極 8 0 を形成した。センサのバイアス電位又は作動電位差は、1 8 0 m V であった。図 2 A 及び図 2 B に関連して記載された検討と同様に、t = 0 でのテスト手順の開始の後、約 0 . 5 秒で、+ 1 0 m V のテスト電位差を印加する。テスト電位の印加後 1 / 1 6 秒でピーク出力値が記録され、また、電位差は 1 8 0 m V の作動電位差に回復した。図 4 A は、F E T 9 4 a の活性化によって負荷抵抗器 9 2 がバイパスされるときと、負荷抵抗器 9 2 がバイパスされないときのセンサ出力とを示す。負荷抵抗器 9 2 がバイパスされる場合には、電位が作動電位差に回復することとほぼ同時、又は同時に、F E T 9 4 a が活性化された。図 2 A から図 3 B に関連して検討された H<sub>2</sub> S センサを用いたときと同様に、負荷抵抗器 9 2 がバイパスされていない場合よりも、有意に低い負荷抵抗が、有意に大きい負の電流スパイクを引き起こす。負荷抵抗器 9 2 がバイパスされていない場合との対比が、出力目盛りを拡大した図 4 B において最もよく示されている。図 4 B に示すように、負荷抵抗器 9 2 がバイパスされた場合に、1 秒未満でほぼベースライン出力に出力が回復するものの、負荷抵抗器 9 2 がバイパスされていない場合には、ベースライン出力に出力が回復するために多くの秒数を要する。テスト手順の開始から 1 秒未満の時点で、5 6 負荷抵抗器 9 2 が、回路において復元し、センサが通常作動に戻った。図 5 A 及び図 5 B は、1 / 6 4 秒の間 + 1 0 m V のテスト電位差を印加した同様の結果を示す。

20

30

## 【 0 0 4 7 】

図 6 は、本明細書のセンサ問い合わせ方法の他実施形態を示す。この点に関して、約 1 / 1 6 秒間持続する + 1 0 m V のテスト電位差への応答における、本明細書のセンサの出力を図 6 に示す。斯かる実施形態において、出力の測定ピーク値（M P V）の後であるが、いくつかの追加データポイントの収集前に、F E T 9 4 a が 3 / 6 4 秒間印加される。点 B において、電位が 0 m V から + 1 0 m V へ増加される。測定された最大ピーク値と、正の減衰曲線の小さな部分とが記録される。点 C において、F E T が活性化され、電位が 0 m V に回復される。その結果、電流がほぼゼロに減衰することが可能となる。この方法は、上昇した電位が例えば 5 ~ 1 0 秒間印加される技術と比べて、蓄積電荷を低減させつつ、F E T 9 4 a が活性化される前に、より多くのセンサデータを回収することを可能にする。本明細書において、比較的小さい蓄積電荷は、短い回復時間に変換されるが、セン

40

50

サの状態／機能に関する重要な情報を提供する。測定されたピーク値、減衰曲線の傾き、簡略化減衰曲線の正の曲線下方領域（＋AUC）、及び、FET活性中の電流放電の負の曲線下方領域（－AUC）は、収集されてもよいパラメータに包含される。回復時間を短縮させつつ、さらなるデータが、センサ問い合わせのために収集され、潜在的に使用されてもよい。

#### 【0048】

図7は、本明細書の方法の他実施形態を示し、ここで、印加される電位が、2つの問い合わせサイクル（「低」問い合わせサイクル及び「高」問い合わせサイクル）において、より低い値とより高い値との間で切り替えられている。図7の方法において、正の電位ステップ（電位段差）は、2つの問い合わせサイクルのうちの最初の最中に、点B（例えば、0 mVから＋10 mV）で印加される。収集データは、正の測定ピーク値も簡略化減衰曲線の性質も含み得る。FET 94aは、点Cで活性化される。しかしながら、電位は、点Cにおいて元の電位に回復されないものの、点Bにおいて開始された増加電位で維持される。FET 94aを急速に活性化することは、点Bにおいて開始された正のステップから曲線を放電する。点B（例えば＋10 mV）において立ち上がった増加電位にてセンサ／計器が作動を再開する前に、FET 94aが点Dで脱活性化される。従って、センサ作動電位は、センサが通常的气体検出操作に戻った後も、元の電位（例えば、0 mV）よりも高い正である。電位における小さな変化がセンサの性能を有意に変化させないプラトー領域内にあるように、元の電位が選択される限り、センサは名目的に作動する。点Eにおける第2の問い合わせの開始時に、電位が元の値（例えば、0 mV）に戻って切り替えられる。その結果の負の応答は、センサ状態／機能に関するデータを描くことを特徴とする。繰り返しになるが、収集データは、負の測定ピーク値も、簡略化減衰曲線の性質も含み得る。FET 94aが点Fで活性化され、上記のように同様にデータが収集される。しかしながら、電流方向は極性において反対である。

#### 【0049】

上記の収集データに加えて、例えば、正及び負の応答（MPV＋対MPV－、AUC＋対AUC－、減衰の＋傾き対減衰の－傾き）を比較することによって、追加情報を得てもよい。図2A～図5Bに関連して説明された代表的な実施例に対して、同様の切り替え手段が適用されてもよい。それらの代表的な実施形態の場合において、MPVを採取した直後にFETを活性化でき、利用可能なデータは、MPV＋及びMPV－を含むこととなる。

#### 【0050】

抵抗を減少させること以外の行為が、例えば、電位の変化から生じる急速な放電電流に取り入れられてもよい。図8は、例えば、電流を放電すべく一連の電位ステップ変化が印加された代表的な例を示す。この例において、連続する各電位ステップ変化は、規模において小さく、また、前のものとは反対極性である。得られた電流がほぼゼロに回復する程度に電位ステップが小さくなるまで、このプロセスが起こる。電位における連続する各ステップ変化によって、先のステップと反対方向に電流が導かれ、電流がほぼゼロであると測定されたときに、電位を例えば次の電位に変えてもよい。

#### 【0051】

図8の代表的な例において、非常に速いパルスで電位を変えて、MPVのみを収集する。正及び負の両方のMPVを収集してもよい。センサデータを収集し、関係を分析してもよい。例えば、すべてのMPV＋値を分析し、センサの機能（健全性）を予測すべく経時的に変化を測定してもよい。

#### 【0052】

図9の例において、図8の代表例で印加される電位変化のパルスよりも長いパルスが、印加される。（図7に関連して説明したように）簡略化減衰曲線のMPV及びAUCを収集してもよい。さらに、これらの値の間の経時的な関係を、センサの状態／機能（健全性）の予測因子として使用してもよい。

#### 【0053】

さらに、図 8 及び図 9 の代表的な実施例のいずれかにおいて、先のパルスで得られた情報から、次のパルスの大きさ及び持続時間を計算することができる。このような実施形態において、より迅速に電流を消散させる目的で、既定の大きさと持続時間とを伴う一連の電位ステップを有する代わりに、改善された又は最適化されたシーケンスを、システムがリアルタイムで計算する。この手段において、最初の電位ステップは、問い合わせイベントのなかで同じであることが保証された唯一のものとなることから、最初の電位ステップのみからの情報は、通常、センサ状態 / 機能の予測因子として使用されることになる。繰り返しになるが、電流を急速に放電することを唯一の目的として、後続のパルスをリアルタイムに最適化することができる。このように、後続の電位ステップパルスは、時間の経過とともに変化することになり、その応答からセンサ性能を予測することが潜在的に困難である。

10

#### 【 0 0 5 4 】

上述したように、機器のポーリングレートは、現状、約 1 秒に設計されている。データポイントあたり 1 秒よりも速くサンプリングするように将来の機器を設計することは、大半の状況において、ほぼあり得ない。電子機器（例えば、集積回路又は A S I C 設計など）の継続的な進歩は、センサ問い合わせパラメータをさらに最適化することを可能にする。そのような最適化は、上記の実施例（例えば、図 1 0 参照）に記載された、例えば、より小さい規模及びより短い持続時間のパルスを用いることで、より高速な問い合わせを可能にする。パルス振幅 / 高さ（即ち、電位ステップ）がより小さくなり、且つ、パルス持続時間がより短くなると、問い合わせ中に生成された電荷量が減り、その結果、回復に要する時間が減る。そのような抵抗の低減（例えば、F E T を使用）などによる、電荷を消散するための、センサの電子回路の能動的制御を、不要にできる。

20

#### 【 0 0 5 5 】

別の問い合わせイベントとして電位摂動を適用する代わりに、センサに定期的に電位波形を印加してもよく、サイクル内にて既定間隔でデータ点をサンプリングしてもよい（図 1 1 参照）。この波形は、例えば、階段関数（ステップ関数）であってもよい。しかしながら、他の波形を使用してもよい（例えば、正弦波、三角波等）。この方法は、図 1 0 の変形例である。この点に関して、電位ステップの大きさ及び持続時間は、電流を急速に放電できる程度に、大きさにおいて小さく且つ持続時間において短い。電位波形の途中にて既定間隔でデータ / 情報を収集してもよい。例えば、M P V、A U C、通常（分析）ガスの読み取りを、各サイクルの途中で同時に行ってもよい。

30

#### 【 0 0 5 6 】

上述したいくつかの実施形態において、電荷を迅速に消散する F E T によって短絡をつくった。いくつかの実施形態において、電荷損失を差し引いた元の電荷を獲得すべく、F E T の活性化と同時に、又は、F E T / スイッチの活性化とは別に、既定の大きさのパルスを反対方向に印加することができる。適切な状況を与えられた電気技術分野の当業者によって、電荷の量を容易に測定できる。この結果は、電圧パルスよりも電流パルスを用いて達成されてもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

本明細書のいくつかの実施形態において、パルスの途中で電流を測定し、前述したように既定の較正值と比較する。較正值は、最後のガス較正中（即ち、製造時、及び、機器のその後のガス較正時）に決定される。較正值と測定値との比較は、センサ状態の測定を提供するだけでなく、センサ出力を調整する（例えば、センサの感度について補正する）ための手段も提供する。本明細書のシステム、装置、及び / 又は、方法のいくつかの代表的な実施形態において、センサ機能、接続の内部チェック、電子チェック、又は問い合わせを、本明細書中に記載のごとく行ってもよく（被験ガス又はその模擬ガスの適用なし）、例えば米国特許第 7, 4 1 3, 6 4 5 号に記載のようにセンサ出力を補正してもよい。この開示は参照によって本明細書に組み込まれる。センサ出力に適用される補正係数は、例えば、数式を有してもよい。

40

#### 【 0 0 5 8 】

50

## 【数 1】

$$S_c = \left( 1 + \left( \frac{R_i - R_0}{R_0} \right) a \right) S_i$$

## 【0059】

上記数式において、 $S_c$ は、補正センサ感度であり、 $R_0$ 及び $S_0$ は、それぞれ、応答関数及び感度の初期値であり、 $R_i$ 及び $S_i$ は、それぞれ、実験中のいずれかの時点における、応答関数及び感度であり、 $a$ は、調整可能なパラメータであった。この等式の形が唯一ではなく、他の補正関数を使用してもよい。実験データにこの補正係数を適用することによって、実験の全体にわたって特定範囲内に機器の望ましい応答がもたらされ、これにより、公知の標準校正ガスに対してセンサを再校正する必要がなくなった。

10

## 【0060】

前述の説明及び添付の図面は、現時点での代表的ないくつかの実施形態を記載している。様々な改良、追加、及び代替設計は、当然のことながら、本明細書の範囲から逸脱することなく、上記の教示に照らして当業者に明らかになり、前述の説明ではなく添付の特許請求の範囲によって示されると考えられる。特許請求の範囲の等価の意味及び範囲内に入る、全ての変更及び変形は、その範囲内に包含されるべきである。

【図 1 A】

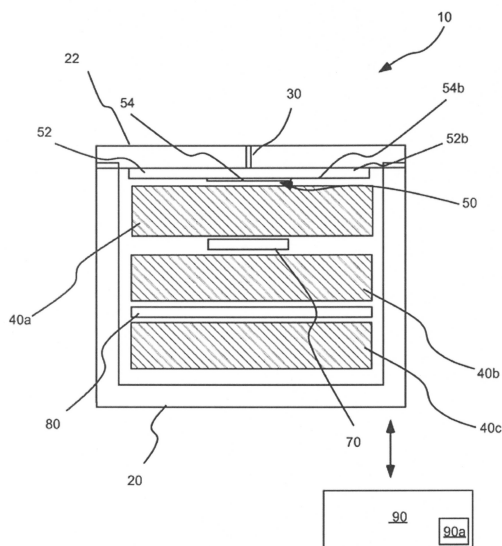


Fig. 1A

【図 1 B】

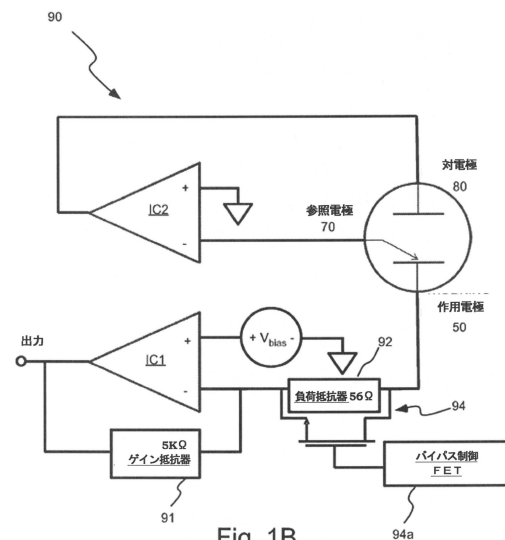


Fig. 1B

【図 2 A】

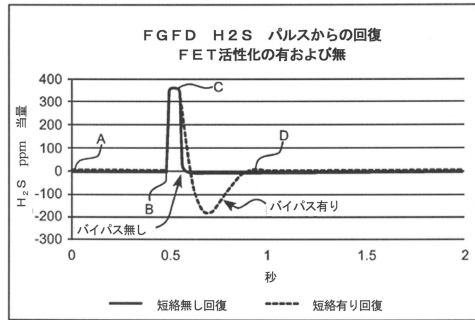


Fig. 2A

【図 2 B】

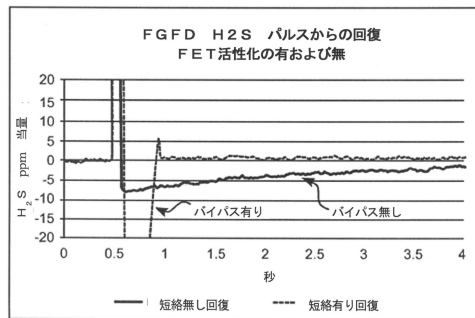


Fig. 2B

【図 3 A】

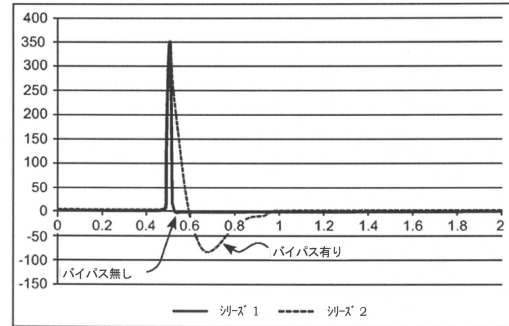


Fig. 3A

【図 3 B】

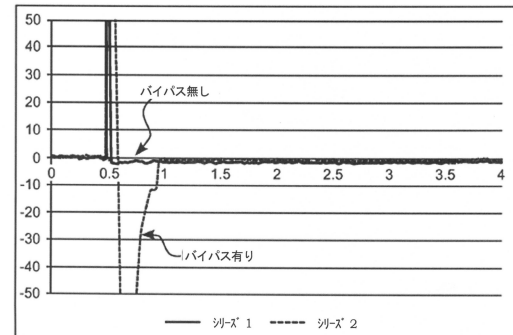


Fig. 3B

【図 4 A】

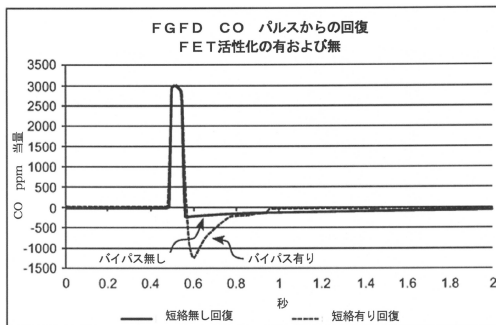


Fig. 4A

【図 5 A】

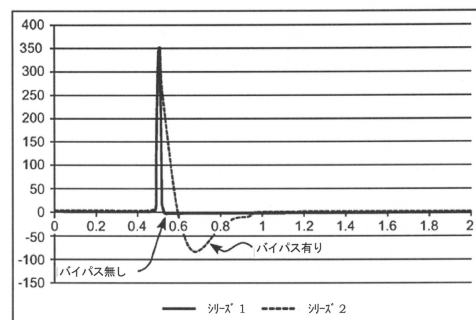


Fig. 5A

【図 4 B】

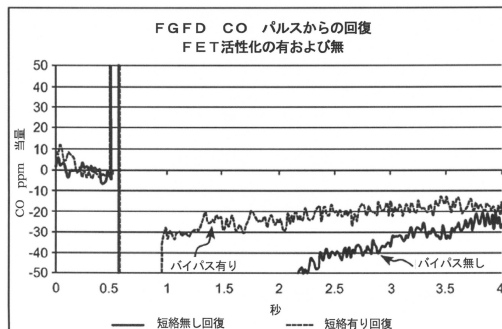


Fig. 4B

【図 5 B】

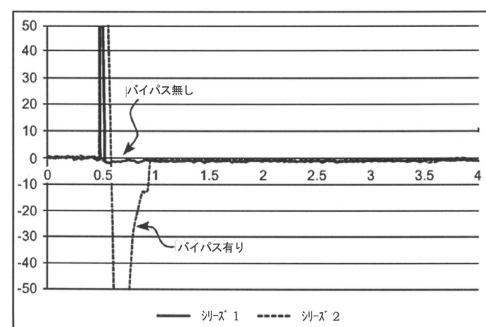


Fig. 5B



【図 6】

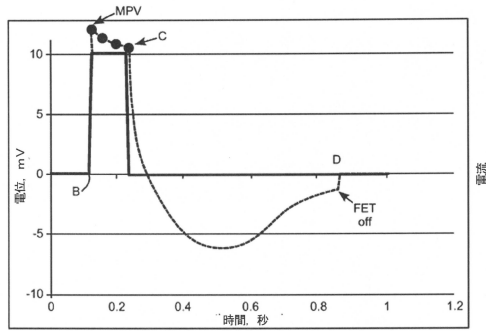


Fig. 6

【図 8】

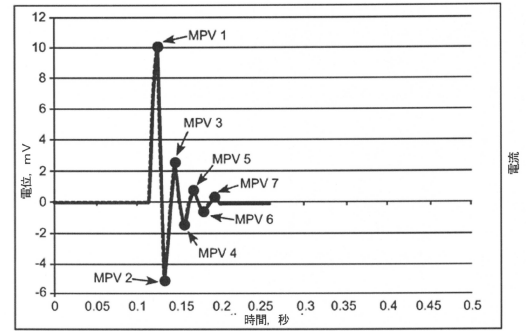


Fig. 8

【図 7】

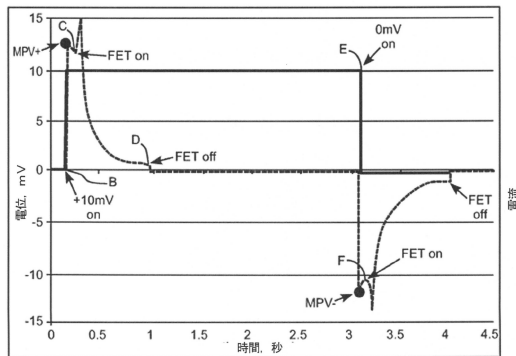


Fig. 7

【図 9】

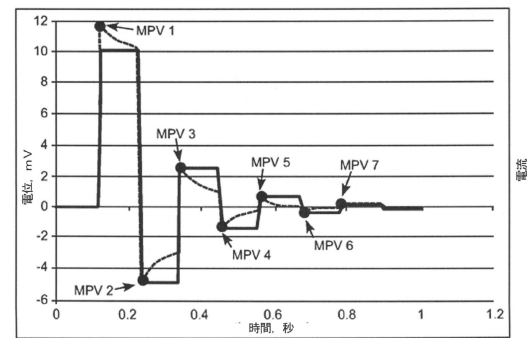


Fig. 9

【図 10】

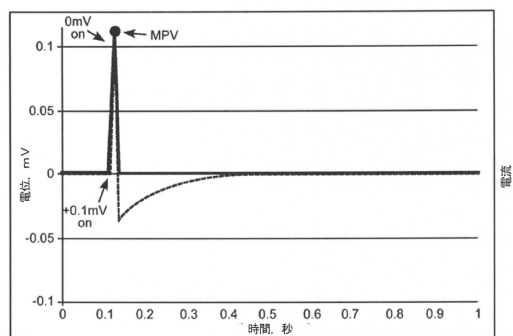


Fig. 10

【図 11】

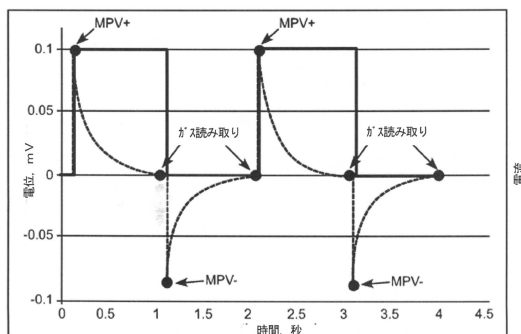


Fig. 11

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ブラウン, マイケル, アルヴィン  
アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 1 6 0 6 6 クランベリー タウンシップ, ビレッジ ドラ  
イブ 1 4 2
- (72)発明者 ミラー, ジェリン  
アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 1 5 2 1 2 ピッツバーグ, ターモン アベニュー 1 9 1  
3
- (72)発明者 シェリー, ライアン, アラン  
アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 1 6 0 6 6 クランベリー タウンシップ, クロス クリー  
ク ドライブ 4 3 0 6

審査官 黒田 浩一

- (56)参考文献 独国特許出願公開第03809107 (DE, A1)  
特開平04 - 190154 (JP, A)  
特開昭62 - 116248 (JP, A)  
特開2007 - 240188 (JP, A)  
特開2000 - 146908 (JP, A)  
特表平04 - 504307 (JP, A)  
米国特許第04189367 (US, A)  
米国特許第05202637 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 0 1 N 2 7 / 2 6 - 2 7 / 4 9