

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】令和 1 年 8 月 29 日 (2019.8.29)

【公開番号】特開 2018-189651 (P2018-189651A)

【公開日】平成 30 年 11 月 29 日 (2018.11.29)

【年通号数】公開・登録公報 2018-046

【出願番号】特願 2018-88745 (P2018-88745)

【国際特許分類】

G 0 1 R 27/02 (2006.01)

G 0 1 R 27/22 (2006.01)

G 0 1 N 27/02 (2006.01)

G 0 1 N 27/22 (2006.01)

G 0 1 N 27/416 (2006.01)

G 0 1 N 27/26 (2006.01)

【 F I 】

G 0 1 R 27/02 A

G 0 1 R 27/22 Z

G 0 1 N 27/02 Z

G 0 1 N 27/22 D

G 0 1 N 27/416 3 1 1 A

G 0 1 N 27/26 3 9 1

【誤訳訂正書】

【提出日】令和 1 年 7 月 16 日 (2019.7.16)

【誤訳訂正 1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサ入力ノード、第 1 および第 2 の差動センサフィードバックノード、ならびにセンサ出力ノードを有する電気化学センサのインピーダンスを検査する差動安定バイアス信号成分および差動時変 A C 励起信号成分を独立して送出するインピーダンス特性センサインターフェース回路であって、

インピーダンス励起増幅器回路であって、

センサインピーダンス検査モードの間、増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノードと通信するための前記差動時変 A C 励起信号成分を受信するように結合された、第 1 の差動入力対、

前記増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノードに通信するための前記差動安定バイアス信号成分を受信するように結合された、第 2 の差動入力対、および

前記増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノードに通信するための前記差動センサフィードバックノードからのフィードバック信号を受信するように結合された、第 3 の差動入力対を含む、インピーダンス励起増幅器回路と、

前記センサインピーダンス検査モードの間、センサ応答信号出力ノードに通信するために前記差動時変 A C 励起信号成分への応答信号を受信する前記センサに結合された、センサ応答増幅器回路と、を含む、センサインターフェース回路。

【請求項 2】

第 1 のデジタル入力信号を、前記差動時変 A C 励起信号成分を提供するための第 1 のア

ナログ信号に変換するために、第 1 のデジタル - アナログ変換器 (DAC) 回路を含む、請求項 1 に記載のセンサインターフェース回路。

【請求項 3】

第 2 のデジタル入力信号を、前記差動安定バイアス信号成分を提供するための第 2 のアナログ信号に変換するために、第 2 の DAC 回路を含む、請求項 2 に記載のセンサインターフェース回路。

【請求項 4】

前記第 2 の DAC 回路が、前記差動時変 AC 励起信号成分が印加されない前記センサの動作モードの間、前記差動安定バイアス信号成分を提供するためにも用いられる、請求項 3 に記載のセンサインターフェース回路。

【請求項 5】

前記第 2 の DAC 回路が、分路コンデンサがそれぞれ結合された出力を含む、請求項 3 に記載のセンサインターフェース回路。

【請求項 6】

前記差動時変 AC 励起信号成分を前記増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノード上に提供する前記第 1 の DAC の出力信号を減衰させるための減衰増幅器回路を含む、請求項 2 に記載のセンサインターフェース回路。

【請求項 7】

前記センサを (1) 前記センサ応答増幅器回路のトランスインピーダンス増幅器入力または (2) 前記差動センサフィードバックノードのうちの少なくとも 1 つ、のうちの少なくとも 1 つに結合するために負荷抵抗器を含む、請求項 1 に記載のセンサインターフェース回路。

【請求項 8】

前記差動時変 AC 励起信号成分が前記センサインピーダンス検査モードの間、周波数変動性である、請求項 1 に記載のセンサインターフェース回路。

【請求項 9】

前記差動安定バイアス信号成分が温度補償性である、請求項 1 に記載のセンサインターフェース回路。

【請求項 10】

電気化学センサと関連するインピーダンスを決定することによって前記電気化学センサの使用可能性を決定する方法であって、

センサインピーダンス検査の間、差動時変 AC 励起信号成分を、励起信号を前記センサ内に駆動する増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノードに送出することと、

前記センサインピーダンス検査の間、前記励起信号を前記センサ内に駆動しつつ前記増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノードにバイアスをかける前記増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノードに差動安定バイアス信号成分を分離して送出することと、

前記励起信号を前記センサ内に駆動しつつ、前記センサからの差動フィードバック信号を前記増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノードに通信することと、

前記センサインピーダンス検査の間、前記励起信号を前記センサ内に駆動しつつ前記センサからの応答を測定することと、を含む、方法。

【請求項 11】

前記センサインピーダンス検査の間、第 1 のデジタル入力信号を、前記差動時変 AC 励起信号成分を提供する第 1 のアナログ信号に変換することと、

前記センサインピーダンス検査の間、第 2 のデジタル入力信号を、前記差動安定バイアス信号成分を提供する第 2 のアナログ信号に変換することと、を含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記差動時変 AC 信号成分が印加されていない前記センサの動作モードの間、前記差動安定バイアス信号成分を提供する前記第 2 のアナログ信号を用いることもさらに含む、請

求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記センサインピーダンス検査の間、前記差動時変 A C 励起信号成分を提供する前記第 1 のアナログ信号を減衰させることを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記差動時変 A C 励起信号成分に応答して前記センサからの電流を電圧に変換して、前記センサの使用可能性に係るセンサ特性の指示を提供することを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記センサインピーダンス検査の間、前記差動時変 A C 信号成分の周波数を変動させることを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記差動安定バイアス信号成分を温度補償することを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

絶対温度比例 ( P T A T ) または絶対温度補完 ( C T A T ) の信号のうちの少なくとも 1 つを提供して、前記差動安定バイアス信号成分を生成することを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

電気化学センサのインピーダンスを検査するための差動安定バイアス信号成分および差動時変 A C 励起信号成分を独立して送出するインピーダンス特性センサインターフェース回路であって、

インピーダンス励起増幅器回路であって、

センサインピーダンス検査モードの間、増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノード上に通信するための前記差動時変 A C 励起信号成分を受信するように結合された、第 1 の差動入力対、

前記増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノード上に通信するための前記差動安定バイアス信号成分を受信するように結合された、第 2 の差動入力対、

前記増幅器の第 1 の入力ノードおよび第 2 の入力ノード上に通信するための差動センサフィードバックノードからのフィードバック信号を受信するように結合された、第 3 の差動入力対、

前記センサインピーダンス検査モードの間、第 1 のデジタル入力信号を、前記差動時変 A C 励起信号成分を提供する第 1 のアナログ信号に変換するための、第 1 のデジタル - アナログ変換器 ( D A C ) 回路、及び

前記センサインピーダンス検査モードの間、第 2 のデジタル入力信号を、前記差動安定バイアス信号成分を提供する第 2 のアナログ信号に変換するための、第 2 の D A C 回路を含む、インピーダンス励起増幅器回路と、

前記センサインピーダンス検査モードの間、前記差動時変 A C 励起信号成分に対する応答信号を受信する前記センサに結合したセンサ応答増幅器回路と、を含む、センサインターフェース回路。

【請求項 1 9】

基準電極と、作用または検知電極と、対向または補助電極と、を含む電気化学センサと併用され、

前記対向または補助電極が、前記センサインピーダンス検査モードの間、前記差動安定バイアス信号成分上に重ねられた前記差動時変 A C 励起信号成分を受信するために前記センサインターフェース回路に結合されており、

前記基準電極が、前記センサインターフェース回路の前記差動センサフィードバックノードのうちの 1 つに結合されており、かつ、

前記検知電極が、前記センサインターフェース回路の前記差動センサフィードバックノードのうちの別のノードと前記センサ応答増幅器回路とに結合されている、請求項 1 8 に記載のセンサインターフェース回路。

## 【請求項 20】

同一の第2のDAC回路が、前記差動時変AC励起信号成分が印加されていない前記センサのガス検知動作モードの間、前記第2のデジタル入力信号を、前記差動安定バイアス信号成分を提供する前記第2のアナログ信号に変換するように構成されている、請求項18に記載のセンサインターフェース回路。

## 【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】電気化学センサ用のインピーダンス特性回路

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本特許出願はまた、(1) Shurong Gu、Dennis A. Dempsey、Guang Yang Qu、Hanqing WangおよびTony Yincai Liuを発明者として挙げ、二重出力DACの開示を含むその開示の全体が本明細書に参照援用される本出願と同日出願の「MULTIPLE STRING, MULTIPLE OUTPUT DIGITAL TO ANALOG CONVERTER」という名称の米国特許出願(代理人整理番号3867.404US1; 依頼人整理番号: APD6092)、(2) Guang Yang Qu、Leicheng Chen、およびMichael Looneyを発明者として挙げ、抵抗の測定または較正の開示を含むその開示の全体が本明細書に参照援用される本出願と同日出願の「INTERNAL INTEGRATED CIRCUIT RESISTANCE CALIBRATION」という名称の米国特許出願(代理人整理番号3867.407US1; 依頼人整理番号: APD6100-1-US)、ならびに(3) Michael Looney、およびGuang Yang Quを発明者として挙げ、インピーダンスの測定システムおよび測定方法の開示を含むその開示の全体が本明細書に参照援用される本出願と同日出願の「SYSTEMS AND METHODS FOR DETERMINING THE CONDITION OF A GAS SENSOR」という名称の米国特許出願(代理人整理番号3867.405US1; 依頼人整理番号: APD601901US)に関する。

【0002】

本文書は、一般に、限定するものではないが、電気化学センサおよび回路、より詳細には、限定するものではないが、インピーダンスなどのセンサ特性を決定するセンサインターフェース回路に関する。

【背景技術】

【0003】

電気化学センサは、その周囲の環境の、酸素、一酸化炭素などの1つまたは複数の構成ガスの存在を検知するためなどの様々な用途に用いることができる。電気化学センサは、対向電極(CE)、基準電極(RE)、および検知電極(SE)を含むことができる。検知電極は作用電極(WE)とも呼ぶことができる。電気化学センサは、インピーダンスなどの1つまたは複数のセンサ特性であって、例えば、指定された基準値と比較することによってセンサがまだどれくらい有効に作動しているかの指示を提供することができるセンサ特性を含むことができる。このことは、故障している電気化学センサを交換するかどうか、またはいつ交換するか、または、交換前の電気化学センサからどれだけの耐用年数が予測されるかを決定するのに役立つことができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 4 】

センサ状態特性の決定は、センサのインピーダンス検査を伴い得る。本発明者らは、とりわけ、かかるインピーダンス検査が、時変 A C 励起電流信号をセンサ内に提供すること、および電気化学センサのインピーダンスを示すことによってセンサの状態特性を提供することができる応答電圧を測定することを伴ってよいことを認識した。本発明者らは、解決すべき 1 つの課題は、実質的な D C バイアス電圧と正確な高解像度励起電流信号との両方を電気化学センサに提供することであると認識した。例えば、単一のデジタル・アナログ変換器 ( D A C ) を用いて電気化学センサへの D C バイアス電圧とセンサのインピーダンス検査用の時変 A C 励起信号との両方を生成する場合は、D C オフセットバイアス電圧を提供することは D A C のダイナミックレンジのかなりの部分を使い果たし得るので時変 A C 励起信号の解像度は D A C の利用可能なダイナミックレンジに制約され得る。したがって、本発明者らは、時変 A C 励起信号を送出することと分離されまたは独立して、実質的な D C オフセットバイアスを電気化学または他のセンサに送出し、次いで、センサが高解像度を付与され、次に、センサが、センサ状態のインピーダンス特性を提供する測定される応答信号のより高い解像度を可能にすることができるようになる、センサインターフェース回路アーキテクチャを提供することによってこの問題を解決した。センサ状態をより良く示すことによって、電気化学センサの時期尚早な置換を回避すること、故障したセンサを適所に放置することを回避すること、あるいはそれらの両方を支援することができる。これは、例えば、危険レベルの一酸化炭素を検出し警報を出す電気化学センサの用途、ならびに電気化学センサの他の用途にとって重要なものになり得る。これはまた、他のインピーダンスを検知する用途、または他のセンサ特性を決定する用途にも有用である。

## 【 0 0 0 5 】

この概説では、本特許出願の主題の概説を提供することが意図されている。本発明の排他的または徹底的な説明を提供することは意図されていない。詳細な説明は、本特許出願に関するさらなる情報を提供するために含まれている。

## 【 0 0 0 6 】

図面では、必ずしも原寸に比例して描かれる必要はないが、類似の数字で異なる図の類似した構成要素を説明してよい。異なる接尾辞を有する類似の数字は、類似の構成要素の異なる例を表してよい。図面は、一般に、本文書で論じられる様々な実施形態を限定するものではなく、例として示す。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 ガスまたはガスの構成成分を検知する電気化学センサにセンサ状態特性インターフェース回路を提供することに対する第 1 の手法の例を示す。

【 図 2 】 ガスまたはガスの構成成分を検知する電気化学センサにセンサ状態特性インターフェース回路を提供することに対する図 1 に示したものと類似した手法であるが、センサ励起回路を時変 A C 励起信号発生器回路と分離されかつ独立することができる 差動 安定バイアス回路を含むことができるセンサ励起回路に置き換えることができる第 2 の手法例を示す。

【 図 3 】 センサ特性を決定することなどによって、例えば、電気化学センサの使用可能性を決定する方法の部分の例を示す。

【 図 4 】 センサの通常的气体検知操作の間ポテンシオスタット回路を提供するのに用いることができるセンサインターフェース回路の部分の例を示す。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 0 8 】

本文書では、とりわけ、時変 A C 励起信号を送出することと分離されまたは独立して、実質的な D C オフセットバイアスを電気化学または他のセンサに送出し、次いで、センサが高解像度を付与され、次に、センサが、センサ状態のインピーダンス特性を提供する測定される応答信号のより高い解像度を可能にすることができるようになる、センサ状態特性インターフェース回路アーキテクチャを説明する。センサ状態をより良く示すことによ

って、電気化学センサの時期尚早な置換を回避すること、故障したセンサを適所に放置することを回避すること、あるいはそれらの両方を支援することができる。これは、例えば、危険レベルの一酸化炭素を検出し警報を出す電気化学センサの用途、ならびに電気化学センサの他の用途にとって重要なものになり得る。これはまた、他のインピーダンスを検知する用途、または他のセンサ状態特性を検査する用途にも有用である。

#### 【0009】

図1は、ガスまたはガスの構成成分を検知する電気化学センサ102にセンサ特性指示インターフェース回路100を提供することに対する第1の手法の例を示す。電気化学センサ102は、対向電極(CE)端子と基準電極(RE)端子と検知電極(SE)端子とを含むことができる。センサ特性インターフェース回路100は、例えば、センサ102のインピーダンス検査を行うためにセンサ状態指示能力を含むことができる。図1では、図示されたような抵抗性成分および反応性(例えば、容量性)成分を含む電気化学のセンサ102が、様々な電極に関連する特性インピーダンスの電氣的なモデルによって表わされる。各電極は、共通のノード103で電氣的に接続され、抵抗および容量の並列結合と直列になった直列抵抗としてモデル化することができる。

#### 【0010】

図1では、センサ特性インターフェース回路100は、センサ励起回路104とフィードバック回路106と応答信号出力回路108とを含むことができる。センサ励起回路104は、例えば、センサ102へのさらなる処理および送出的ためのデジタル励起信号、センサ102へのさらなる処理および送出的ためのバイアス信号、またはそれらの両方を生成するなどの、デジタル波形生成器回路110を含むことができる。デジタル波形生成器回路110の1つまたは複数の出力は、デジタル-アナログ変換器(DAC)回路112(例えば、12ビットのDAC)の入力に結合することができる。DAC112は、デジタル波形生成器回路110によって提供されたデジタル励起信号波形をDAC112の1つまたは複数の出力で提供することができる、差動モードアナログ信号などの、アナログ信号に変換することができる。この生じるアナログ信号は、DAC出力信号を、例えば、 $F_c = 250 \text{ kHz}$ のカットオフ周波数の単極ローパスフィルタなどの能動または受動の単極または複数極のローパスフィルタ回路114の1つまたは複数の入力に提供することなどによって、濾過することができる。生じる濾過されたアナログ信号は、プログラム可能な利得増幅器(PGA)回路116などの増幅または減衰の回路の1つまたは複数の入力に、フィルタ回路114の1つまたは複数の出力で提供することができる。実施例では、PGA116は、DAC112のより完全なダイナミックレンジおよび解像度を用いることができるように減衰(1未満の利得)を与えることができる。

#### 【0011】

図1では、生じる濾過、増幅または減衰されたアナログ信号は、PGA116の1つまたは複数の出力で、反転入力および非反転入力を有する差動入力第1増幅器回路124をそれ自体が含むことができる励起増幅回路122の差動入力118、120に提供することができる。例えば、PGA出力118は、第1の抵抗器(任意選択で $R/2R$ プログラム可能な抵抗の抵抗器ラダー構成を含むことができる)を介して増幅器124の反転入力に結合され得、そして、PGA出力120は、例えば、第2の抵抗器(やはり任意選択で $R/2R$ プログラム可能な抵抗の抵抗器ラダー構成を含むことができる)を介して増幅器124の非反転入力に結合され得る。増幅器124は、センサインターフェース回路100の残部として同じ集積回路に含まれ得るスイッチマトリックス128の一部として含まれ得るスイッチを介して、励起信号を、励起増幅器回路122の出力でかつノードDで、センサ102の電極、例えば、対向電極CE、に提供することができるさらなる第2の増幅器126を駆動するために用いることができる。励起増幅器回路122内で、第3の増幅器回路130は、バイアス電圧を第2増幅器126の反転入力に提供するために、例えば、ボルテージフォロア構成で用いることができる。

#### 【0012】

図1で、フィードバック回路106は、例えば、スイッチマトリックス128の対応す

るスイッチを介して、センサ 102 の電極のうちの 1 つに、例えば、基準電極 (RE) 端子に電氣的に結合することができる第 1 の入力 (P) を含むことができる。フィードバック回路 106 は、例えば、スイッチマトリックス 128 の別の対応するスイッチを介して、および、任意選択で、負荷抵抗器 ( $R_{LOAD}$ ) を介して、センサ 102 の電極のうちの 1 つ、例えば、検知電極 (SE) 端子に電氣的に結合することができる第 2 の入力 (N) を含むこともできる。フィードバック回路 106 の P 入力および N 入力は、対応する第 1 および第 2 のバッファ増幅器回路 132、134 であって、それぞれが、バッファ増幅器回路 132、134 の非反転入力にバッファ増幅器回路 132、134 の対応する出力に電氣的に結合された状態でボルテージフォロア構成に構成されることができるバッファ増幅器回路 132、134 に、それぞれ、結合され、かつ受信され得る。バッファ増幅器回路 132 の出力は、例えば、対応する抵抗器 (任意選択で  $R/2R$  プログラム可能な抵抗の抵抗器ラダー構成を含むことができる) を介して、第 1 の増幅器回路 124 の反転入力に電氣的に結合することができる。バッファ増幅器回路 134 の出力は、例えば、対応する抵抗器 (任意選択で  $R/2R$  プログラム可能な抵抗の抵抗器ラダー構成を含むことができる) を介して、第 1 の増幅器回路 124 の非反転入力に電氣的に結合することができる。

#### 【0013】

図 1 で、検知電極 (SE) 端子は、スイッチマトリックス 128 の対応するスイッチを介して、応答信号出力回路 108、例えば、トランスインピーダンス増幅器ノード (T) に接続することができる。応答信号出力回路 108 は、センサ 102 の検知電極 (SE) 端子から受信された電流を、(例えば、負荷抵抗器  $R_{LOAD}$  を介して、または他の方法で) トランスインピーダンス増幅器 136 の出力ノードで提供される応答電圧信号に変換するトランスインピーダンス増幅器 136 を含むことができる。トランスインピーダンス増幅器 136 は、フィードバック抵抗器  $R_{TIA}$  で、トランスインピーダンス増幅器 136 の出力とトランスインピーダンス増幅器 136 の反転入力との間のフィードバック経路に、ノード T で、構成することができる。フィードバックコンデンサ (CF) は、任意選択で、例えば、必要に応じてトランスインピーダンス増幅器 136 の出力で応答電圧信号のローパス濾過を提供するために、フィードバック抵抗器  $R_{TIA}$  に並列に載置することができる。

#### 【0014】

図 1 で、励起増幅器回路 122 は、差動入力第 1 増幅器 124 であって、それ自体の差動入力 (非反転入力および反転入力) を有し、そのそれぞれが、2 つの差動ソース (その第 1 は、PGA 116 のそれぞれの出力からそれらの対応する抵抗器を介したもの; その第 2 は、バッファ増幅器回路 132、134 のそれぞれの出力からそれらの対応する抵抗器を介したもの) からの電流を受信しかつ合計するために結合された、第 1 の増幅器 124 を含むことができる。

#### 【0015】

インピーダンス検査動作モードの間、デジタル波形生成器回路 110 は、時変 AC 信号成分をセンサ 102 の動作に要求される安定な DC バイアス信号電圧成分上に重ね合わせることができる。このインピーダンス検査動作モードでこの時変 AC 信号成分にตอบสนองして、生じる時変 AC 信号電圧は、ตอบสนองして TIA 増幅器 136 の出力で現れるであろう。この信号電圧から、センサ 102 の特性インピーダンスパラメータを決定することができる (例えば、AC ตอบสนอง信号電圧成分の振幅を AC 励起電流信号成分で除することによって)。

#### 【0016】

図 1 に示した手法による 1 つの問題は、電気化学センサ 102 に対する実質的な DC バイアス電圧と共に、正確な高解像度の時変 AC 励起電流信号と、の両方を提供することである。図 1 に示した手法では、電気化学センサ 102 に対する DC バイアス電圧と、センサ 102 のインピーダンス検査のための時変 AC 励起信号と、の両方を生成するために単一の DAC 112 が用いられる。この理由で、時変 AC 励起信号の解像度は DAC 112

の利用可能なダイナミックレンジに束縛される場合がある。なぜならば、D C オフセットバイアス電圧を提供することは、D A C 1 1 2 のダイナミックレンジのかなりな部分を使い果たし得るからである。

#### 【 0 0 1 7 】

図 2 は、図 1 に示したものと類似しているが、センサ励起回路 1 0 4 が、時変 A C 励起信号生成器回路 2 0 8 と分離されかつ独立され得る差動安定バイアス回路 2 0 6 を含むことができるセンサ励起回路 2 0 4 に置き換えられる、電気化学センサ 1 0 2 にセンサ特性インターフェース回路 2 0 0 を提供することに対する第 2 の手法の例を示す。差動安定バイアス回路 2 0 6 は、励起増幅器 1 2 2 にある点では類似しているが、差動安定バイアス回路 1 0 6 に結合させることができる追加の組の入力を含むことができる共有された励起増幅器回路 2 2 2 に安定な差動バイアス信号成分を提供することができる。時変 A C 励起信号生成器回路 2 0 8 は、時変 A C 励起信号成分を共有された励起増幅器回路 2 2 2 に提供することができるが、差動安定バイアス信号成分を共有された励起増幅器回路 2 2 2 に提供することも要求されることはない。このことは、共有された励起増幅器回路 2 2 2 に提供される時変 A C 励起信号成分の向上した解像度を可能にするのに役立つことができる。なぜなら、差動安定バイアス信号成分に対応することまでも D A C 1 1 2 のダイナミックレンジに要求することなく、時変 A C 励起信号成分を生成するために D A C 1 1 2 の十分なダイナミックレンジを用いることができるからである。共有された励起増幅器回路 2 2 2 は、時変 A C 励起信号生成器回路 2 0 8 に結合され得る第 1 の組の差動入力および差動安定バイアス信号生成器回路 2 0 6 に結合され得る第 2 の組の差動入力に加えて、フィードバック回路 1 0 6 に結合され得る第 3 の組の差動入力を含むことができる。第 3 の差動入力対は、差動安定バイアス信号を、時変 A C 励起信号およびフィードバック信号と分離されかつ独立して増幅器回路 2 2 2 に提供するために用いることができる。

#### 【 0 0 1 8 】

図 2 では、差動安定バイアス信号生成器回路 2 0 6 は、例えば、差動安定バイアス信号成分を共有された励起増幅器回路 2 2 2 に分離して提供し、それによって、例えば、より高い分解能の時変 A C 励起信号成分を共有された励起増幅器回路 2 2 2 に提供するように D A C 1 1 2 のダイナミックレンジを開放することに役立つために、時変 A C 励起信号生成器回路 2 0 8 の D A C 1 1 2 から分離されかつ独立して動作され得る第 2 の D A C 2 1 2 を含むことができる。第 2 の D A C 2 1 2 は、第 1 の D A C 1 1 2 と同じ解像度を有する必要はない。例えば、低い解像度のほうが差動安定バイアス信号成分を共有された励起増幅器回路 2 2 2 に提供することにとって適していることがあるので、第 2 の D A C 2 1 2 は、D A C 1 1 2 より低い解像度を有してよい。例示的な例として、第 2 の D A C 2 1 2 は 6 ビットの解像度を有して 6 ビットのデジタル入力信号を受信してよく、一方、第 1 の D A C 1 1 2 は 1 2 ビットの解像度を有して 1 2 ビットのデジタル入力信号を受信してよい。しかし、D A C 2 1 2 は、必要に応じて、特別な用途に適するように、D A C 1 1 2 と同じ解像度を有することができ、あるいは、D A C 2 1 2 は D A C 1 1 2 より高い解像度を有することができる。実施例では、D A C 1 1 2 は、二重出力 D A C であって、ノード  $V_{bias}$  で第 1 の出力を、その第 2 の出力をノード  $V_{zer}$  で提供する解像度（例えば、6 ビット解像度）よりも高い解像度（例えば、1 2 ビット解像度）で提供する二重出力 D A C を含むことができる。実施例では、二重出力 D A C 1 1 2 は、Shurong Gu、Dennis A. Dempsey、Guang Yang Qu、Hanqing Wang および Tony Yincail Liu を発明者として挙げ、二重出力 D A C の開示を含むその開示の全体が本明細書に参照援用される本出願と同日出願の「MULTIPLE STRING, MULTIPLE OUTPUT DIGITAL TO ANALOG CONVERTER」という名称の米国特許出願（代理人整理番号 3 8 6 7 . 4 0 4 U S 1 ; 依頼人整理番号 : A P D 6 0 9 2 ）などに説明されるように実施することができる。

#### 【 0 0 1 9 】

図 2 では、D A C 2 1 2 は、その安定バイアス信号成分を異なる出力で提供することが



でき、それはさらに、DAC 212のかかる差動出力にそれぞれ結合された任意選択の各分路コンデンサ（例えば、0.1マイクロファラッド）によって安定化され得る。DAC 212のこれらの異なる出力からの信号は、それぞれのバッファ増幅器回路214、216のそれぞれの非反転入力などの、バッファ増幅器回路214、216の入力で受信することができる。各バッファ増幅器回路214、216は、その反転入力端子がその出力端子にフィードバック配置で結合されたボルテージフォロア構成に構成することができる。バッファ増幅器回路214の出力は、共有された励起増幅器回路222の増幅器124の反転入力に、例えば、抵抗値Rを有する抵抗器を介して、結合することができる。バッファ増幅器回路216の出力は、増幅器124の非反転入力に、例えば、抵抗値Rを有する抵抗器を介して、結合することができる。

#### 【0020】

したがって、図2では、共有された励起増幅器222は、(1)例えば、インピーダンス検査の間、センサ102への印加用などの差動時変AC励起信号成分を受信する差動時変AC励起信号生成器回路208からの第1の差動入力対、(2)例えば、インピーダンス検査の間、または、通常的气体検知動作の間、センサ102への印加用などの差動安定バイアス信号成分を受信する差動安定バイアス信号生成器回路206からの第2の差動入力対、ならびに(3)例えば、インピーダンス検査の間、または、通常的气体検知動作の間、センサ102からの差動フィードバック信号を受信するフィードバック回路106からの第3の差動入力対、の3対の差動信号を含むことができる。これらの3対の差動入力の個々の対は、例えば、対応する固定または可変の抵抗器を介して、あるいは他の方法で、共有された励起増幅器222の増幅器124の非反転入力と反転入力とにそれぞれ結合することができる。

#### 【0021】

図2で、差動安定バイアス信号成分から分離されかつ独立して差動時変AC励起信号成分を提供することは、差動時変AC励起信号成分を提供するDAC 112がより精確でより高い解像度の差動時変AC励起信号成分を提供することができるようにすることができる。なぜなら、DAC 112のダイナミックレンジは、差動安定バイアス信号成分の信号オフセット上に重ね合わされたAC振幅に対応する代わりに、差動時変AC信号に対応するだけでよいので、そのダイナミックレンジをより十分に用いることができるからである。差動時変AC励起信号成分の重ね合わせは、DAC 112、212それぞれのダイナミックレンジをDAC 112、212のうちの他方に提供される信号によって束縛されないままにすることができる共有された励起増幅器回路222によって行われる。

#### 【0022】

差動安定バイアス信号成分は、実施例では、時間と共に変動しないdc成分であることができる、あるいは、時間と共に変動するが、差動時変AC励起信号の周波数未満の周波数、例えば、差動時変AC励起信号の周波数未満の2x、5x、10x、100x、1000x、1,000,000xなどの周波数で時変という意味で「安定」であることができる。

#### 【0023】

図2は、DAC 112とDAC 212とが完全に分離されかつ独立している例を示しているが、かかる配置を提供する理由は、DAC 112およびDAC 212それぞれの十分なダイナミックレンジの十分な使用を許容するために、それらの2つの異なる入力信号が独立していることであり得る。本発明者らは、DAC 112とDAC 212との間にある構成要素が共有され得る場合でも、依然として2つのデジタル入力信号のそれぞれが分離されかつ独立して提供されることを可能にしつつ、DAC 112およびDAC 212のある構成要素を共有し得ると熟考しかつ思い描いている。

#### 【0024】

図3は、例えば、電気化学センサ102などの電気化学センサに関連したインピーダンスなどのセンサ特性を決定することによって、電気化学センサの使用可能性を決定する方法300の部分の例を示す。

## 【 0 0 2 5 】

3 0 2 で、差動時変 A C 励起信号成分は、例えば、センサインピーダンス検査の間、励起信号を駆動する第 1 および第 2 の増幅器入力ノード（例えば、共有された励起増幅器回路 2 2 2 の増幅器 1 2 4 の非反転入力および反転入力）に、送出することができる。

## 【 0 0 2 6 】

3 0 4 で、差動安定バイアス信号成分は、例えば、センサインピーダンス検査の間、励起信号をセンサ内に駆動しつつ第 1 および第 2 の増幅器入力ノード（例えば、共有された励起増幅器回路 2 2 2 の増幅器 1 2 4 の非反転入力および反転入力）にバイアスをかける第 1 および第 2 の増幅器入力ノードに、分離されて かつ同時に 送出することができる。これは、例えば、センサ 1 0 2 を動作させるのに必要とされ得る所望のバイアス信号をセンサ 1 0 2 に提供するのに有用であることができる。

## 【 0 0 2 7 】

3 0 6 で、差動フィードバック信号は、励起信号をセンサ 1 0 2 に駆動しつつ、センサ 1 0 2 から、例えば、第 1 および第 2 の増幅器入力ノードに（例えば、センサインピーダンス検査の間、3 0 2 および 3 0 4 と同時に）通信されることができる。

## 【 0 0 2 8 】

3 0 8 で、センサからの応答は、例えば、応答信号出力回路のトランスインピーダンス増幅器 1 3 6 を用いることによって、インピーダンス検査の間、励起信号をセンサ 1 0 2 に駆動しつつ測定することができる。応答電圧は、トランスインピーダンス増幅器 1 3 6 の出力で、例えば、電流がセンサ 1 0 2 に提供されているときに、センサ 1 0 2 のインピーダンス指示を提供することができる（例えば、差動時変 A C 入力によって決定されたものが知られている）。したがって、センサのインピーダンスが決定されているが、かかるインピーダンスは、インピーダンスは応答電圧を特定のセンサ電流で除したものに等しいと述べるオームの法則を用いて、特定の振幅の A C 励起信号電流に対する応答電圧を測定することによって決定することができる。

## 【 0 0 2 9 】

図 3 では、3 0 2 で、差動時変 A C 励起信号を送出することは、第 1 のデジタル入力信号を、センサインピーダンス検査の間、差動時変 A C 励起信号成分を提供する第 1 のアナログ信号に変換することを含むことができる。3 0 4 で、差動時変 A C 励起信号を送出することは、第 2 のデジタル入力信号を、センサインピーダンス検査の間、差動時変 A C 励起信号成分を提供する第 2 のアナログ信号に変換することを含むことができる。第 2 のアナログ信号は、任意選択で、差動時変 A C 励起信号成分が印加されていない、例えば、センサインピーダンスが検査されていない、センサの動作（例えば、ガス検知）モードの間、差動安定バイアス信号成分を提供するために用いることもできる。

## 【 0 0 3 0 】

図 3 では、3 0 2 で、センサインピーダンス検査の間、差動時変 A C 励起信号成分を提供することは、任意選択で、例えば、P G A 1 1 6 を用いることで、第 1 のアナログ信号を減衰させることを含むことができる。これは、センサ 1 0 2 のインピーダンス検査のための A C 励起に高解像度信号を提供する D A C 1 1 2 が十分なダイナミックレンジを用いるのに役立つことができる。

## 【 0 0 3 1 】

図 3 では、3 0 8 で、センサ 1 0 2 からの応答を測定することは、任意選択で、センサ 1 0 2 の使用可能性に関連したセンサ特性（例えば、インピーダンス）の指示を提供するために、差動時変 A C 励起信号成分に**応答して**センサ 1 0 2 からの電流を（例えば、トランスインピーダンス増幅器 1 3 6 の出力で）電圧に変換することを含むことができる。例示的な例では、センサ 1 0 2 からの電流は、任意選択で、負荷抵抗器  $R_{LOAD}$  を介して結合することによって提供することができる。しかし、負荷抵抗器  $R_{LOAD}$  を含むことは、必要ではない。実施例では、トランスインピーダンス増幅器 1 3 6 は、任意選択で、センサ 1 0 2 への直接接続によって、例えば、負荷抵抗器  $R_{LOAD}$  を省略することによって、動作することができる。

## 【 0 0 3 2 】

図 3 では、3 0 2 で、差動時変 A C 励起信号成分の周波数は、センサインピーダンス検査の間、任意選択で、変動させることができる。これは、インピーダンス検査を 2 つの異なる周波数で行うことを含むことができる。実施例では、インピーダンス検査信号の両周波数は、例えば、検査されるガス濃度の変化、センサ 1 0 2 が動作される環境温度の変化を含むことができる環境条件の急激な変化すら予測されるセンサ 1 0 2 の周波数応答よりも、異なる周波数で異なるインピーダンスを用いてこれらの因子が減少または省略されるように、高くすることができる。実施例では、インピーダンス検査を行うことは、差動時変 A C 励起信号成分の周波数の幅広い掃引を提供すること、および 2 つまたはそれ以上の点の掃引の間、応答信号を測定することを含むことができる。

## 【 0 0 3 3 】

図 3 では、3 0 4 で、差動安定バイアス信号成分を提供することは、例えば、絶対温度比例 ( P T A T ) 信号または絶対温度補償 ( C T A T ) 信号のうちの少なくとも 1 つを提供して差動安定バイアス信号成分を生成することによって、差動安定バイアス信号成分を温度補償することを含むことができる。

## 【 0 0 3 4 】

図 2 は、3 つの差動入力 (例えば、差動時変 A C 励起信号成分を受信する第 1 の差動入力対、差動安定バイアス信号成分を受信する第 2 の差動入力対、および差動フィードバック信号成分を受信する第 3 の差動入力対) を有する例を示すが、対応するさらなる信号成分を同様に入力する、あるいは、他の方法で結合する、あるいは、それ以上のために、第 4 のまたはさらに多くの差動入力を含むこともできる。

## 【 0 0 3 5 】

また、電気化学センサ 1 0 2 が 3 つの電極 ( R E 、 C E 、 S E ) を有するものとして示されているが、第 4 のまたはさらに多くの電極が電気化学センサ 1 0 2 に含まれることができる。例えば、第 4 の診断電極 ( D E ) が電気化学センサ 1 0 2 に含まれることができ、かつ、図 2 に示すノード N および T が、例えば、検知電極 ( S E ) に結合される代わりに (または切り替え可能な代替案として)、交互にまたは選択的に (例えば、切り替え可能に) 診断電極 ( D E ) に結合されることができる。

## 【 0 0 3 6 】

図 4 は、センサインターフェース回路 4 0 0 の部分 (例えば、同一のモノリシック集積 ( I C ) チップ上にセンサ特性インターフェース回路 1 0 0 またはセンサ特性インターフェース回路 2 0 0 のいずれか一方として集積することができるもの) の例を示す。センサインターフェース回路 4 0 0 は、センサ 1 0 2 の通常のガス検知動作の間、ポテンショスタット回路を提供するために用いることができる。センサ 1 0 2 の通常の低周波数応答ガス検知動作は、ほとんど中断されずにほとんどフルタイムで用いられることができ、次いで、一般に、センサの状態または使用可能性を決定するためにより高い周波数のセンサ状態特性検査 (例えば、インピーダンス検査) をごく簡単に行うので、センサインターフェース回路 4 0 0 は、いくつかの構成要素 (例えば、二重出力 D A C 2 1 2 ) が、センサインターフェース回路 4 0 0 と選択されたセンサ特性インターフェース回路 1 0 0 、 2 0 0 との間に、任意選択で、共有され得るが、センサ特性インターフェース回路 1 0 0 、 2 0 0 に用いられるものよりも電力消費が低い構成要素の少なくともいくつかを用いて実施することができる。

## 【 0 0 3 7 】

3 電極の例では、作用電極 ( W E ) は、例えば、ガスを酸化または還元することによって、検出される標的ガスに応答することができる。これは、標的ガスの濃度に比例する電流フローを作り出す。この電流は対向電極 ( C E ) を通ってセンサに供給されることができる。基準電極 ( R E ) は、(例えば、バイアスがけされていないセンサ 1 0 2 用の) 基準電極電位と同じ電位に維持されることができるか、または (例えば、バイアスがけを必要とするセンサ 1 0 2 用の) オフセット電圧と一緒に作用電極での固定電位を、維持するポテンショスタット回路によって用いられることができる。対向電極 C E は、作用電

極WEと共に回路を完成する。対向電極CEは、作用電極WEが酸化しているときに、化学成分の還元を行うであろう。対向電極CEは、作用電極WEが還元を行っているときに、化学成分の酸化を行うであろう。対向電極CEの電位を標的ガスの濃度に応じて変化させるように浮遊させることができる。対向電極CE上の電位は、ポテンショスタット回路が作用電極WEを基準電極REと同じ電位に維持するのに十分な電圧および電流を提供することができる限り、重要ではないとみなすことができる。

#### 【0038】

図4の例では、二重出力DAC212の第1の出力は、作用電極WE（検知電極SEとも呼ばれる）に提供される電位を $V_{zer}$ で構築するために用いることができる。二重出力DAC212の第2の出力は、対向電極CEおよび、対向電極CEを駆動するためにボルテージフォロア構成に切り替え可能に構成することができる増幅器402の非反転入力で電位を構築するために用いることができる。増幅器402は、作用電極WE、SEに必要とされる電流を相殺するために対向電極CEに電流を供給する。増幅器402の反転入力は、例えば、図4に示す2つの直列接続された10Kの抵抗器などの1つまたは複数の抵抗器を介して基準電極REに結合することができる。作用電極WE、SEを通る電流は、標的ガスの濃度を示し、例えば、負荷抵抗器 $R_{load}$ を介して作用電極に結合することができる低電力トランスインピーダンス増幅器404を介して、生じる出力電圧信号に変換することができる。トランスインピーダンス増幅器404の利得は、 $R_{load}$ の抵抗値およびトランスインピーダンス増幅器404の出力とトランスインピーダンス増幅器404の反転入力との間のフィードバック抵抗器RTIA0の抵抗値に依存することができる。トランスインピーダンス増幅器404の非反転入力は、二重出力DAC212の第2の出力であって、そこで作用電極WE、SEにバイアスがかけられる、第2の出力によって提供される $V_{zer}$ での電圧などの所望のバイアス電圧でバイアスをかけられることができる。抵抗値 $R_{load}$ およびRTIA0は、例えば、Guang Yang Qu、Leichen Chen、およびMichael Looneyを発明者として挙げ、抵抗の測定または校正の開示を含むその開示の全体が本明細書に参照援用される本出願と同日出願の「INTERNAL INTEGRATED CIRCUIT RESISTANCE CALIBRATION」という名称の米国特許出願（代理人整理番号3867.407US1；依頼人整理番号：APD6100-1-US）によって説明されたように、指定し、補償し、または校正することができる。トランスインピーダンス増幅器404によって出力された信号電圧は、（例えば、アナログ信号マルチプレクサー回路を通して）デジタル信号への変換のためのアナログ-デジタル変換器（ADC）回路に提供することができる。さらなる信号処理は、例えば、デジタル信号プロセッサ（DSP）回路によってデジタル的に行うことができる。

#### 【0039】

様々な注記

上記の説明は、詳細な説明の一部を形成する添付の図面への参照を含む。図面は、説明のために、本発明が実施されることができる具体的な実施形態を示す。これらの実施形態は、本明細書で「実施例」とも呼ばれる。かかる実施例は、示されまたは説明された要素に加えて要素を含むことができる。しかし、本発明者らは、示されまたは説明されたこれらの要素のみが提供される実施例も熟慮検討する。さらに本発明者らは、示されもしくは説明されたこれらの要素の任意の組み合わせもしくはは並べ替え（または、それらの1つもしくはは複数の態様）を用いた実施例を、本明細書で示されもしくはは説明されたある特別な実施例（またはその1つもしくはは複数の態様）、もしくは他の実施例（またはそれらの1つもしくはは複数の態様）のいずれかに関して熟慮検討する。

本文書とこれまで参照援用してきた任意の文書との間で使用法が矛盾する場合には、本文書の使用法が支配する。

#### 【0040】

本文書で、用語「a（1つの）」または「an（1つの）」は特許文書に見られるように、「1つの」または「1つを超える」を含むように使用され、「少なくとも1つの」ま

たは「1つもしくは複数の」の他の実例もしくは使用法のどんなものとも無関係である。本文書で、用語「または」は、別段の指示がない限り、「AまたはB」が、「AだがBではない」、「BだがAではない」、ならびに「AおよびB」を含むような非排他的な「または」を指すように用いられる。本文書で用語「including」および「in which」は、用語「comprising」および「wherein」それぞれの単純な英語の同等物として用いられる。また、以下の特許請求の範囲で用語「including」および「comprising」は、開放型である。すなわち、システム、装置、物品、組成物、構築、またはプロセスであって、請求項内でかかる用語の後に挙げられた要素に加えて要素を含むシステム、装置、物品、組成物、構築、またはプロセスは、依然としてこの請求項の範囲に該当するとみなされる。さらに、以下の特許請求の範囲で、用語「第1の」、「第2の」、および「第3の」等は、単にラベルとして用いられ、それらの対象物に数的な要件を課すことは意図されていない。

【0041】

「並行な」、「垂直の」、「丸い」または「四角い」などの幾何的な用語は、文脈で別段の指示がない限り、絶対的な数学的精度を求めることは意図されていない。そうではなく、かかる幾何学的な用語は、生産機能または同等機能によって生じる変動を許容する。例えば、ある要素が「丸い」または「概して丸い」と記述される場合は、正確には円ではない（例えば、僅かに楕円形または多片多角形である）構成要素は依然としてこの記述に包含される。

【0042】

本明細書で説明された方法実施例は、少なくとも部分的に、機械またはコンピュータによって実施することができる。いくつかの実施例は、電子装置が上記の実施例で説明されたような方法を行うように構成する動作可能な命令でコード化されたコンピュータ可読媒体または機械可読媒体を含むことができる。かかる方法の実施は、マイクロコード、アセンブリ言語コード、高水準言語コードなどのコード含むことができる。かかるコードは、様々な方法を行うためのコンピュータ可読命令を含むことができる。コードはコンピュータプログラム製品の部分を形成してよい。さらに、実施例では、コードは、例えば、実行の間、またはそれ以外のときに、1つまたは複数の揮発性、持続性、または非揮発性の有形のコンピュータ可読媒体に具体的に格納することができる。これらの具体的なコンピュータ可読媒体の例は、限定はされないが、ハードディスク、取り外し可能な磁気ディスク、取り外し可能な光ディスク（例えば、コンパクトディスクおよびデジタルビデオディスク）、磁気カセット、メモリカードまたはスティック、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリメモリ（ROM）等を含むことができる。

【0043】

上記の説明は例示的なものであり、制限するものではないことが意図されている。例えば、上記で説明した実施例（または、それらの1つもしくは複数の態様）は、互いに組み合わせることでよい。他の実施形態は、上記の説明を検討する際に、例えば、当業者が用いることができる。要約書は、37 U.S.C. § 1.72(b)に適合するために提供され、読者が技術的な開示の性質を速やかに確認できるようにする。要約書は、特許請求の範囲の範囲または意味を解釈または限定するために用いられないとの理解で提出されている。また、上記の詳細な説明で、様々な特徴をグループ化して開示を簡素化してよい。これは、未請求の開示された特徴はどんな請求項にとっても本質的なものであることを意図していると解釈されるべきではない。そうではなく、発明の主題事項は、開示された特別な実施形態の全ての特徴よりも少ない特徴にあってよい。したがって、以下の特許請求の範囲は、各請求項がそれ自体別個の実施形態として自立して、詳細な説明に実施例および実施形態として本明細書によって組み込まれており、かかる実施形態は、様々な組み合わせまたは並べ替えで互いに結合することができることが熟慮検討された。本発明の範囲は、かかる特許請求の範囲が権利を与えた均等物の全範囲と同時に添付の特許請求の範囲を参照して決定されるべきである。

【符号の説明】

## 【 0 0 4 4 】

- 1 0 0 センサ特性インターフェース回路
- 1 0 2 電気化学センサ
- 1 0 3 ノード
- 1 0 4 センサ励起回路
- 1 0 6 フィードバック回路
- 1 0 8 応答信号出力回路
- 1 1 0 デジタル波形生成器回路
- 1 1 2 デジタル - アナログ変換器 ( D A C ) 回路
- 1 1 4 ローパスフィルタ回路
- 1 1 6 プログラム可能な利得増幅器 ( P G A ) 回路
- 1 1 8 差動入力、P G A 出力
- 1 2 0 差動入力、P G A 出力
- 1 2 2 励起増幅器回路
- 1 2 4 差動入力第 1 増幅器回路
- 1 2 6 第 2 の増幅器
- 1 2 8 スイッチマトリックス
- 1 3 0 第 3 の増幅器回路
- 1 3 2 第 1 のバッファ増幅器回路
- 1 3 4 第 2 のバッファ増幅器回路
- 1 3 6 トランスインピーダンス増幅器

## 【 誤訳訂正 3 】

【訂正対象書類名】図面

【訂正対象項目名】図 3

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【図 3】

