

(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
2020年5月7日(07.05.2020)



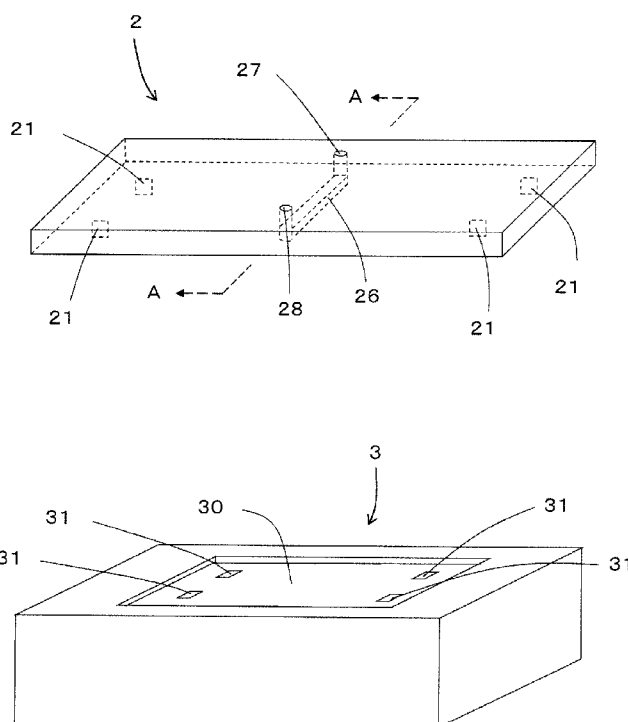
(10) 国際公開番号

WO 2020/090944 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 29/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/042699
- (22) 国際出願日: 2019年10月30日(30.10.2019)
- (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 2018-203661 2018年10月30日(30.10.2018) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (**KYOCERA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 田中 浩康 (**TANAKA, Hiroyasu**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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,

(54) **Title:** MEASURING DEVICE AND MEASURING METHOD

(54) 発明の名称: 測定装置および測定方法



(57) **Abstract:** Provided are a measuring device and the like which reduce the effects of differences in sensor sensitivity. This measuring device is provided with: a sensor for detecting a specific substance; a storage unit in which are stored calibration data indicating a relationship between a measured value of the substance and an output from the sensor; and a calculating unit which calculates the measured value of the substance from the calibration data, on the basis of the output from the sensor. The calculating unit creates a first waveform obtained by normalizing a plurality of first outputs from the

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,
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))

sensor, and a plurality of second waveforms and first waveforms obtained by normalizing a plurality of second outputs from the sensor, contained in the calibration data. Furthermore, the calculating unit calculates the measured value of the substance on the basis of the first waveform and the plurality of second waveforms.

(57) 要約：センサの感度差の影響を低減する測定装置等を提供する。測定装置は、特定の物質を検出するセンサと、物質の測定値とセンサの出力との関係を示す検量データを記憶した記憶部と、センサの出力に基づいて、検量データから物質の測定値を算出する計算部と、を備える。計算部は、センサの複数の第1出力を正規化した第1波形および検量データに含まれるセンサの複数の第2出力を正規化した複数の第2波形と第1波形とせいせいする。そして、計算部は、第1波形と複数の第2波形に基づいて、物質の測定値を算出する。

明 細 書

発明の名称： 測定装置および測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、測定装置および測定方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、弾性表面波センサ装置が知られている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００８－２８６６０６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このようなセンサでは、測定精度の向上が求められている。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一実施形態に係る測定装置は、特定の物質を検出するセンサと、物質の測定値とセンサの出力との関係を示す検量データを記憶した記憶部と、センサの出力に基づいて、検量データから物質の測定値を算出する計算部と、を備える。計算部は、センサの複数の第１出力を正規化した第１波形および検量データに含まれるセンサの複数の第２出力を正規化した複数の第２波形と第１波形とせいせいする。そして、計算部は、第１波形と複数の第２波形に基づいて、物質の測定値を算出する。

[0006] 本発明の一実施形態に係る測定方法は、特定の物質を検出可能なセンサを準備する工程と、物質の測定値とセンサの出力との関係を示した検量データを準備する工程と、センサによって物質を検出する工程と、センサの複数の第１出力を正規化した第１波形を生成する工程と、検量データに含まれる測定値ごとのセンサの複数の第２出力を正規化して複数の第２波形を生成する工程と、第１波形および第２波形に基づいて、物質の測定値を算出する工程と、を備える。

発明の効果

[0007] 本発明に係る測定装置および測定方法によれば、測定精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、一実施形態に係る測定装置を模式的に示す概略図である。

[図2]図2は、測定装置の概略を示すブロック図である。

[図3]図3は、測定装置の一部の平面図である。

[図4]図4は、図1に示した測定装置の一部の切断面線A－Aの断面図である。

[図5A]図5Aは、測定装置の測定結果をプロットした図である。

[図5B]図5Bは、測定装置の測定結果を数学的に処理した数値をプロットした図である。

[図6]図6は、測定装置の処理の一例を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0009] (測定装置)

(一実施形態)

以下、図面を適宜に用いて、本発明の一実施形態に係る測定装置1について説明する。

[0010] 図1は、一実施形態に係る測定装置1の概略図である。測定装置1は、測定対象（検体）から特定の物質（第1物質）を標的として検出することができる。測定装置1は、第1物質を検出可能なセンサ2と、センサ2を制御する制御装置3とを備える。センサ2は、制御装置3に電氣的に接続している。

[0011] 本開示の測定装置1では、センサ2は外部端子21を有しており、制御装置3は底面に接続端子31が設けられた凹部30を有している。そして、センサ2は、外部端子21と接続端子31が接続するように制御装置3の凹部30内に配されている。

[0012] 図2は、測定装置1の各機能部を示すブロック図である。センサ2は、上

記の通り、第1物質を検出することができる。センサ2は、例えば、第1物質の検出に起因して変化する信号を制御装置3に出力することができる。なお、センサ2が出力する信号は、例えば、位相、周波数、電圧値、電流値、または重量値などの変数の情報を示している。すなわち、測定装置1において、センサ2の出力は、例えば、位相、周波数、電圧値、電流値、または重量値などの数値情報として扱われる。なお、数値情報には、ある変数の単なる大きさだけでなく、例えば、ある変数の単位時間当たりの大きさも含まれてよい。すなわち、数値情報には、ある変数の時間的変化も含まれてよい。なお、本開示において、センサ2の出力である数値情報を、単にセンサ2の出力と表現する場合がある。

[0013] 本開示のセンサ2は、弾性表面波の位相変化に基づいて第1物質の検出を行なう表面弾性表面波センサである。この場合、センサ2の出力は、弾性表面波の位相差の変化量を示している。ここで、位相差とは、発信した弾性表面波の位相と受信した弾性表面波の位相の差であり、位相差の変化量とは、第1物質の検出によって、位相差がどの程度変化したかを表す値である。

[0014] センサ2は、第1物質の検出に応じた信号を出力することができる。センサ2は、例えば、表面弾性表面波、QCM (Quartz Crystal Microbalance)、SPR (Surface Plasmon Resonance)、およびFET (Field Effect Transistor) などを利用するものであればよい。

[0015] 図3は、センサ2の平面図である。センサ2は、基板22と、基板22上に位置した検出部23と、基板22上に検出部23を挟むように配された一対の第1IDT (Inter Digital Transducer) 電極25aを備える。基板22は、第1IDT電極25aなどを支持することができる。検出部23は、第1物質を検出することができる。一対の第1IDT電極25aは、一対の第1IDT電極25a間に弾性表面波を発生させることができる。なお、センサ2は、従来周知の方法によって作製することができる。

[0016] 基板22は、圧電基板である。例えば、基板22は、タンタル酸リチウム、水晶などの圧電性を有する単結晶を含む基板であればよい。

- [0017] 基板 2 2 の表面の一部は、検出部 2 3 として機能することができる。言い換えれば、検出部 2 3 は、基板 2 2 の表面の一部を構成する領域である。検出部 2 3（基板 2 2 の表面の一部）には、第 1 物質と反応する物質（第 2 物質）が固定されている。検出部 2 3 において、第 1 物質と第 2 物質とが反応することで、センサ 2 は、第 1 物質を検知することができる。そして、第 1 物質の検知に起因した信号が、センサ 2 から制御装置 3 へ出力される。
- [0018] 第 1 物質と第 2 物質との反応は、センサ 2 の出力に変化をもたらす反応であればよい。このような反応として、例えば、酸化還元反応、酵素反応、抗原抗体反応、化学吸着、分子間相互作用、またはイオン間相互作用などによって第 1 物質と第 2 物質とが結合する反応、あるいは酵素反応等によって新たな物質（第 3 物質）を生成する反応であってもよい。
- [0019] 検出部 2 3 に固定される第 2 物質は、第 1 物質に応じて適宜選択すればよい。例えば、第 1 物質が検体中の特定のたんぱく質、DNA、または細胞などである場合は、第 2 物質は、抗体、ペプチド、またはアプタマーなどを用いてもよい。また、例えば、第 1 物質が抗体である場合は、第 2 物質は抗原を用いてもよい。また、例えば、第 1 物質が、基質である場合は、第 2 物質は酵素を用いてもよい。
- [0020] 一对の第 1 I D T 電極 2 5 a は、一方から検出部 2 3 に向かって伝搬する弾性表面波を発信し、他方で検出部 2 3 を通過した弾性表面波を受信することができる。一对の第 1 I D T 電極 2 5 a は、例えば、金、クロムまたはチタンなどの金属材料で形成されていればよい。また、一对の第 1 I D T 電極 2 5 a は、単一の材料で構成された単層の電極、または複数の材料で構成された多層の電極であってもよい。
- [0021] センサ 2 は、上記の構成を有することによって、第 1 物質を検出することができる。例えば、検出部 2 3 において第 1 物質と第 2 物質とが反応することによって、検出部 2 3 の表面の粘度または密度が変化し、検出部 2 3 を通過する弾性表面波の位相が変化する。したがって、センサ 2 は、第 1 物質を検出することができる。

[0022] また、第１物質と第２物質の反応が大きく、粘度または密度の変化が大きいほど、位相変化量は大きくなる。言い換えれば、弾性表面波の位相変化量は、第１物質および第２物質に依存する。そのため、第１物質を検出するだけでなく、第１物質の含有量または濃度などを測定することができる。

[0023] 基板２２の表面の他の一部は、参照部２４としてさらに機能することができる。言い換えれば、参照部２４は、基板２２の表面の一部を構成しつつ、検出部２３とは異なる領域である。また、センサ２は、基板２２上に、参照部２４を挟むように位置した、一对の第２ＩＤＴ電極２５ｂをさらに有している。一对の第２ＩＤＴ電極２５ｂは、一方から参照部２４に向かって伝搬する弾性表面波を発信し、他方で参照部２４を通過した弾性表面波を受信することができる。

[0024] 参照部２４（基板２２の表面の一部）は、検出部２３と異なり、第２物質が固定されていない。すなわち、参照部２４では、上記の第１物質と第２物質の反応が起こらない。そのため、センサ２は、検出部２３で取得した信号から、参照部２４で取得した信号の差を取ることで、第１物質と第２物質の反応に起因する信号の変化を取得することができる。

[0025] 図４は、図１の切断面線Ａ－Ａにおけるセンサ２の断面図である。センサ２は、流路部材２６をさらに有している。流路部材２６は、検体の通り道として機能することができる。流路部材２６は、流路部材２６の上面に開口し、検体を供給する供給口２７および検体を排出する排出口２８を有している。センサ２は、供給口２７から供給された検体が検出部２３に到達したとき、検出部２３で第１物質を検出し、その後、排出口２８から検体を排出する。

[0026] 制御装置３は、測定装置１の制御を行なうことができる。制御装置３は、計算部３２と記憶部３３と、を有している。計算部３２は、測定中に随時センサ２から信号を受信し、出力の時間的変化を測定結果として取得することができる。ここで、本開示では、測定結果として得られた数値情報の集合を波形という。そして、波形を取得する、あるいは波形を生成するとは、数値

情報の集合を単に取得すること、あるいは取得した数値情報をさらに数学的に変換して新たな数値情報の集合を取得することをいう。そして、計算部 32 は、取得した波形に基づいて第 1 物質の測定値を算出することができる。記憶部 33 は、計算部 32 の演算のためのプログラムなどを記憶することができる。

[0027] 制御装置 3 は、複数の半導体素子を有している。その結果、制御装置 3 は、制御装置 3 の各機能部を構成することができる。すなわち、制御装置 3 は、複数の半導体素子を集積して、少なくとも 1 つの I C (Integrated Circuit) または L S I (Large Scale Integration)などを形成することができる。または、制御装置 3 は、複数の I C または L S Iなどをさらに集積して少なくとも 1 つのユニットを形成することができる。したがって、制御装置 3 は、制御装置 3 が有する各機能部を構成することができる。本開示の制御装置 3 は、複数の半導体素子を集積して、計算部 32 または記憶部 33などを構成している。

[0028] 複数の半導体素子は、例えば、トランジスタまたはダイオードなどの能動素子、あるいはコンデンサなどの受動素子であればよい。なお、複数の半導体素子、およびそれらを集積して形成した集積回路などは、従来周知の方法によって形成することができる。

[0029] 計算部 32 は、具体的には、例えば、プロセッサを有している。プロセッサは、例えば、1 以上のプロセッサ、コントローラ、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、特定用途向け集積回路 (A S I C : Application Specific Integrated Circuit)、デジタル信号処理装置、プログラマブルロジックデバイス、またはこれらのデバイスもしくは任意の校正の組み合わせ、または他の既知のデバイスもしくは校正の組み合わせを含んでよい。

[0030] 記憶部 33 は、具体的には、例えば、R A M (Random Access Memory) または R O M (Read-Only Memory) を有している。記憶部 33 には、ファームウェアが記憶されている。その結果、計算部 32 のプロセッサは、記憶部 33 のファームウェアに従って、1 以上のデータ計算手続きまたは処理を実

行することができる。

[0031] また、本開示の記憶部 33 は、検量データを記憶することができる。検量データとは、センサ 2 が既知測定値を有する第 1 物質（標準物質）を測定して得られた、センサ 2 の出力と測定値との関係を指す。なお、記憶部 33 は、複数の検量データを記憶することができる。複数の検量データは、同一物質の異なる測定値ごとに取得したデータであってもよいし、同一測定値の異なる物質ごとに取得したデータであってもよい。なお、以下において、第 1 物質の検出に用いたセンサ 2 の出力を第 1 出力とする。そして、標準物質の検出に用いたセンサ 2 の出力を第 2 出力とする。ここで、第 1 物質の検出に用いるセンサ 2 と標準物質の検出に用いるセンサ 2 は、構造的に同種の部品、部材によって構成されたセンサ 2 であればよい。すなわち、標準物質の検出に用いたセンサを、そのまま第 1 物質の検出に用いなくともよい。

[0032] ここで、測定値とは、例えば、第 1 物質の濃度または質量、あるいは第 1 物質と第 2 物質との反応速度、平衡定数、結合定数または特異性定数であってもよい。また、計算部 32 は、算出した測定値に基づいて、第 1 物質の同定を行なってもよい。

[0033] 本開示の計算部 32 は、測定値として第 1 物質の濃度を算出する。以下、計算部 32 が第 1 物質の濃度を算出する処理手順または測定方法について説明する。

[0034] 図 5 A は、複数のセンサ（センサ A、センサ B、センサ C）によって同一濃度の標準物質をそれぞれ測定した場合に得られる測定結果を、横軸を時間、縦軸を位相差としてプロットした図である。すなわち、測定時間が横軸、センサの出力が縦軸で示されている。図 5 B は、図 5 A で示される複数の測定結果を正規化してプロットした図である。

[0035] 従来、同じ濃度の第 1 物質を測定したとしても、センサごとに検出感度が異なることがあり、それぞれ異なる結果が得られていた。例えば、図 5 A に示すように、センサごとに取得する波形が異なる場合があり、測定装置の測定精度が低減していた。

[0036] これに対して、本発明に係る測定装置 1 は、特定の物質（第 1 物質）を検出するセンサ 2 と、第 1 物質の測定値とセンサの出力との関係を示す検量データを記憶した記憶部 3 3 と、センサ 2 の出力に基づいて、検量データから第 1 物質の測定値を算出する計算部 3 2 と、を備える。そして、計算部 3 2 は、センサ 2 の複数の第 1 出力を正規化した波形（第 1 波形）を生成する。また、計算部 3 2 は、検量データに含まれる測定値ごとに、例えば、濃度の異なる複数の標準物質ごとに取得したセンサの複数の第 2 出力を正規化した複数の波形（第 2 波形）を生成する。そして、計算部 3 2 は、第 1 波形と第 2 波形に基づいて、第 1 物質の測定値を算出している。

[0037] その結果、本発明に係る測定装置 1 では、センサ 2 ごとの感度のバラツキの影響を低減することができ、測定精度を向上させることができる。

[0038] 以下、測定装置 1 が行なう第 1 物質の濃度を算出する場合を例に、測定装置 1 の測定について詳述する。

[0039] 図 6 は、測定装置 1 の処理手順を示す。なお、図 6 に示す処理は、センサ 2 に検体が供給された直後に開始してもよく、検体が供給された後であって任意の時間が経過した後に開始してもよい。

[0040] 計算部 3 2 は、まず標準物質の測定を行なう（工程 S 1 0 1）。工程 S 1 0 1 では、複数の濃度の標準物質について測定を行なってもよい。記憶部 3 3 は、工程 S 1 0 1 で取得した出力（第 2 出力）とその濃度の関係（検量データ）を記憶する（工程 S 1 0 2）。

[0041] 次に、計算部 3 2 は、検体の測定を行なう（工程 S 1 0 3）。計算部 3 2 は、工程 S 1 0 3 で取得したセンサ 2 の複数の出力（第 1 出力）を正規化して第 1 波形を生成する（工程 S 1 0 4）。また、計算部 3 2 は、検量データに含まれる出力（第 2 出力）を正規化して複数の第 2 波形を生成する（工程 S 1 0 5）。

[0042] 次に、計算部 3 2 は、第 1 波形と複数の第 2 波形とを比較し、複数の第 2 波形のうち第 1 波形に類似する第 2 波形を選択する（工程 S 1 0 6）。計算部 3 2 は、選択した第 2 波形に対応する第 1 物質の濃度を測定値として算出

する（工程 S 1 0 7）。

[0043] なお、工程 S 1 0 2 において検量データを作成する場合に、正規化したセンサ 2 の出力を用いて検量データを作成してもよい。この場合、測定装置 1 は、工程 S 1 0 5 を省略して上記処理フローを実施することができ、測定時間を短縮可能である。

[0044] ある濃度の第 1 物質と反応する第 2 物質の反応量は一定であるため、上記のようにセンサ 2 の出力を正規化することによって、同一濃度を測定した場合に得られるセンサ 2 ごとの出力差を低減することができる。したがって、測定装置 1 は、センサ 2 ごとの感度差を低減することができ、測定精度を向上することができる。

[0045] 一実施形態において、センサ 2 の出力の正規化は、取得したセンサ 2 の出力のうち、所定の値で出力全体を割ることで行なう。所定の値とは、例えば、取得したセンサ 2 の出力が位相差の変化量であれば、この変化量の最大値または中央値であってもよい。なお、正規化の方法は、検出部 2 3 の感度差に基づく影響を低減することが可能な演算であればよく、これに限られない。

[0046] ここで、計算部 3 2 の第 1 波形と第 2 波形の類否判断について説明する。計算部 3 2 は、例えば、第 1 波形および第 2 波形に基づいて算出した誤差または誤差のバラつきによって第 1 波形と第 2 波形の類否を判断してもよい。バラつきとは、例えば、標準偏差または標準誤差であってもよい。

[0047] 計算部 3 2 が第 1 波形と第 2 波形とが類似であると判断する誤差の範囲または誤差のバラつきの範囲は、測定対象または測定用途等に応じて任意の範囲で定められればよい。例えば、第 1 波形の最大出力と第 2 波形の最大出力との差が、第 2 波形の最大出力に対して 1 % 以内であれば第 1 波形と第 2 波形とが類似であると判断すればよい。

[0048] したがって、この場合、計算部 3 2 は、取得した第 1 波形に対して当該出力差が 1 % となる第 2 波形を選択することで、当該第 2 波形に対応する標準物質の濃度を第 1 物質の濃度として算出することができる。

- [0049] また、当該出力差が1%以内となる第2波形が存在しない場合、例えば、計算部32は、記憶した第2波形のうち、当該出力差が最も少なくなる第2波形と、次に少なくなる第2波形とを選択し、これらの2つの第2波形に対応する標準物質の濃度を算出してもよい。そして、計算部32は、算出した2つの濃度間の範囲を第1物質の濃度範囲として算出してもよい。
- [0050] また、計算部32は、許容される誤差の範囲を設定せず、誤差または誤差のバラつきが最も小さい第2波形を選択し、第1物質の濃度を算出してもよい。
- [0051] 計算部32は、所定の測定時間内における、第1波形および第2波形の接線の傾きに基づいて、第1波形と第2波形とが類似するか否かを判断してもよい。具体的には、計算部32は、所定の測定時間内における、第1波形の接線の傾きと複数の第2波形の接線の傾きとの差または商を算出し、その差または商が所定の誤差範囲内に入る第2波形を選択し、第2波形の測定値を物質の測定値として出力してもよい。例えば、計算部32は、測定開始から30秒後における、第1波形と第2波形との接線の傾きの差または商に基づいて誤差を算出し、その誤差が許容される範囲内に入る場合に、第1波形と第2波形が類似すると判断してもよい。なお、誤差範囲は、必要な検出精度に応じて任意に定めればよい。例えば、誤差範囲は、プラスマイナス1%としてもよい。すなわち、例えば、算出した差または商が、第2波形の接線の傾きのプラスマイナス1%以内に含まれる場合に、計算部32は、第1波形と第2波形が類似していると判断してもよい。
- [0052] 計算部32は、所定の測定時間における、第1波形および第2波形を構成するそれぞれの値の差または商を算出し、類否を判断してもよい。具体的には、計算部32は、所定の測定時間における第1波形を構成する値および第2波形を構成する値の差または商を算出し、その差または商が所定の誤差範囲内に入る第2波形を選択し、第2波形の測定値を物質の測定値を算出してもよい。例えば、計算部32は、測定開始から30秒後における、第1波形および第2波形それぞれの値の差または商を算出し、その差または商が所定

の誤差範囲内に入る場合に、第1波形と第2波形が類似すると判断してもよい。なお、誤差範囲は、必要な検出精度に応じて任意に定めればよい。例えば、誤差範囲は、プラスマイナス1%としてもよい。すなわち、例えば、算出した差または商が、第2波形の値のプラスマイナス1%以内に含まれる場合に、計算部32は、第1波形と第2波形が類似していると判断してもよい。

[0053] なお、第1波形を構成する値とは、波形を構成する集合した数値情報うちの1つを指し、例えば、図5Bの縦軸（Phase Shift）に示される数値で表される。第2波形を構成する値も、第1波形を構成する値と同様に解釈されてよい。

[0054] 計算部32は、複数の測定時間において算出した、第1波形および第2波形それぞれの複数の接線の傾きから算出した誤差のバラつきに基づいて、類否を判断してもよい。具体的には、例えば、計算部32は、測定開始から30秒後、60秒後、90秒後における、第1波形および第2波形それぞれの接線の傾き差または商を算出し、これらが所定の誤差のバラつき（誤差範囲）内に入る場合、第1波形と第2波形が類似していると判断してもよい。なお、誤差範囲は、必要な検出精度に応じて任意に定めればよい。例えば、誤差範囲は、プラスマイナス1%としてもよい。すなわち、例えば、算出した差または商が、第2波形を構成する値の和のプラスマイナス1%以内に含まれる場合に、計算部32は、第1波形と第2波形が類似していると判断してもよい。

[0055] 計算部32は、複数の測定時間において算出した、第1波形および第2波形を構成する複数の値から算出した誤差のバラつきに基づいて、類否を判断してもよい。例えば、計算部32は、測定開始から30秒後、60秒後、90秒後における、第1波形および第2波形それぞれの値の差または商を算出し、これらが所定の誤差のバラつき（誤差範囲）内に入る場合、第1波形と第2波形が類似していると、類否を判断してもよい。なお、誤差範囲は、必要な検出精度に応じて任意に定めればよい。例えば、誤差範囲は、プラスマ

イナス 1 %としてもよい。すなわち、例えば、算出した差または商が、第 2 波形を構成する値の和のプラスマイナス 1 %以内に含まれる場合に、計算部 32 は、第 1 波形と第 2 波形が類似していると判断してもよい。

[0056] 計算部 32 は、任意の測定時間の範囲における、第 1 波形および第 2 波形の面積の差または商を算出し、類否を判断してもよい。ここで面積とは、ある時間範囲における波形を構成する値の和をいう。したがって、計算部 32 は、所定の測定時間内における、第 1 波形を構成する複数の値の和および第 2 波形を構成する複数の値の和の差または商を算出し、その差または商が所定の誤差範囲内に入る第 2 波形を選択し、第 2 波形の測定値を物質の測定値を算出してもよい。例えば、計算部 32 は、測定開始から 10 秒後～20 秒後までの範囲、および 40 秒後～50 秒後までの範囲において、それぞれの波形の面積を算出し、これらの面積の差または商を算出し、その誤差が許容される範囲内に入る場合に、第 1 波形と第 2 波形が類似すると類否を判断してもよい。なお、誤差範囲は、必要な検出精度に応じて任意に定めればよい。例えば、誤差範囲は、プラスマイナス 1 %としてもよい。すなわち、例えば、算出した差または商が、第 2 波形を構成する値の和のプラスマイナス 1 %以内に含まれる場合に、計算部 32 は、第 1 波形と第 2 波形が類似していると判断してもよい。

[0057] 計算部 32 は、任意の 2 つの測定時間の範囲における第 1 波形および第 2 波形の面積の面積比を算出し、第 1 波形の面積比と第 2 波形の面積比とに基づいて類否を判断してもよい。例えば、計算部 32 は、第 1 波形および第 2 波形のそれぞれについて、測定開始から 10 秒後～20 秒後の範囲の面積（第 1 面積）および 40 秒後～50 秒後の範囲の面積（第 2 面積）を算出する。計算部 32 は、第 1 波形の第 1 面積と第 2 面積の比と、第 2 波形の第 1 面積と第 2 面積の比との差または商を算出し、その差または商が所定の誤差範囲内に入る場合に、第 1 波形と第 2 波形が類似すると類否を判断してもよい。なお、誤差範囲は、必要な検出精度に応じて任意に定めればよい。例えば、誤差範囲は、プラスマイナス 1 %としてもよい。すなわち、例えば、算出

した差または商が、第2波形面積比のプラスマイナス1%以内に含まれる場合に、計算部32は、第1波形と第2波形が類似していると判断してもよい。

[0058] 以上の記載では、本開示を明瞭に開示するためにいくつかの実施形態に関し説明してきた。しかし、添付の請求項は、上記実施形態に限定されるべきものでなく、本明細書に示した基礎的事項の範囲内で当該技術分野の当業者が創作しうるすべての変形例および代替可能な構成を具現化するように構成されるべきである。また、いくつかの実施形態に示した各要件は、自由に組み合わせが可能である。例えば、上述の実施形態の各構成要素・工程を適宜組み合わせて、測定装置、測定方法またはプログラムを構成してもよい。

[0059] 例えば、上記の実施形態では、検出部23が1つの場合を例に説明したが、本発明はこの場合に限られない。例えば、センサは、検出部を2つ以上有していてもよい。これによれば、複数の種類の標的物質の測定を行なうことが可能となる。

[0060] また、センサ2は、使い捨てのカートリッジであってもよい。これによれば、測定後にセンサ2を洗浄する工程が不要となり、不十分な洗浄による測定結果への影響を排除することが可能となる。

[0061] また、上記の実施形態では、測定した標準物質の出力に基づいて検量データを取得する例を示したが、第1物質の濃度を算出可能なデータであれば、本発明はこの場合に限られない。例えば、検量データは、理論的または統計的にセンサ2の出力と第1物質の濃度との関係が明らかである場合は、理論値または統計値に基づくデータであってもよく、必ずしも実測値のデータを用いなくてもよい。

[0062] また、上記の実施形態では、記憶部33は、標準物質を測定して得られた波形と、標準物質の濃度との関係を検量データとして記憶するが、本発明はこの場合に限られない。例えば、計算部32は、測定していない濃度に対応する波形を、測定した濃度に対応する波形から推定して作成してもよい。この場合、記憶部33は、測定していない濃度に対応する波形を補間した検量

データを記憶することができる。

[0063] 例えば、濃度Xと濃度Zの標準物質を測定し、濃度X-Z間の濃度Yに対応する波形を補間する場合について、以下に示す式(1)および式(2)を用いて説明する。なお、この場合、濃度Xは濃度Zよりも小さい濃度とする。

[0064] まず、計算部32は、測定した濃度X、Zと、それぞれ対応する波形の最大出力とから検量線を作成し、補間する濃度Yに対応する波形の最大出力(y)を算出する。なお、検量線を作成する際は、複数の濃度に基づいて作成してもよい。次に、計算部32は、濃度Zに対応する波形と濃度Yに対応する波形の最大出力差(z-y)を、濃度Xの波形の出力全体Sに乗じたものと、濃度Yに対応する波形と濃度Xに対応する波形の最大出力差(y-x)を、濃度Zの波形の出力全体Tに乗じたものを足し合わせ出力Uを算出する(式1)。計算部32は、算出した出力Uを、濃度Xに対応する波形と濃度Zに対応する波形の最大出力差(z-x)で除することで出力Vを算出する(式2)。計算部32は、式2で求めた出力Vを時間的変化として表すことで、濃度Yに対応する波形を作成する。記憶部33は、このようにして作成した波形を記憶することで、濃度X-Z間の濃度Yに対応する波形を補間した検量データを記憶することができる。

$$[0065] \quad S \times (z - y) + T \times (y - x) = U \quad \cdots \text{(式1)}$$

$$U \div (z - x) = V \quad \cdots \text{(式2)}$$

また、上記の実施形態では、検量データの作成と検体の測定とを同一のフローで行なうことができるが、本発明はこの場合に限られない。例えば、検量データは、検体の測定を開始する前に記憶部33に記憶されていればよい。したがって、検量データの作成と記憶は、必ずしも検体の測定と同一のフローで行わなくてもよく、計算部32は、記憶部33に予め記憶した検量データを用いて第1物質の濃度の算出を行なうことができる。

[0066] なお、この場合、測定装置1は、図6で示した処理フローのうち、工程S103から開始することができるため、測定時間を短縮することができ、ま

た、不安定な検体を測定する場合であっても、検体の劣化による測定結果への影響を低減することができる。また、測定装置 1 は、標準物質の測定工程と検体の測定工程との間に、センサ 2 を洗浄する工程等をはさむ必要がなくなるため、検体の測定をより簡便に行なうことができる。

[0067] また、上記の実施形態では、検出部 23 が基板 22 の表面の一部である例を説明したが、本発明はこの場合に限られない。例えば、基板 22 の一部の表面上に、例えば Ti-Au、Cr-Au などの金属膜または有機ポリマーなどを設けて、検出部 23 としてもよい。なお、この場合には、第 2 物質は、金属膜などの表面に固定されてもよい。

[0068] (測定方法)

なお、上記の測定装置 1 において実行される各工程は、測定方法の発明として解釈されてもよい。

[0069] 具体的には、本発明の一実施形態に係る測定方法は、特定の物質を検出可能なセンサを準備する工程と、物質の測定値とセンサの第 1 出力との関係を示した検量データを準備する工程と、センサによって物質を検出する工程と、センサの複数の第 1 出力を正規化した第 1 波形を生成する工程と、検量データに含まれる測定値ごとのセンサの複数の第 2 出力を正規化して複数の第 2 波形を生成する工程と、第 1 波形および第 2 波形に基づいて、物質の測定値を算出する工程と、を備えている。その結果、当該測定方法は、測定精度を向上させることができる。

[0070] また、上記測定方法において、第 1 波形は、出力の値を所定の値で割ることによって生成してもよい。

[0071] また、上記測定方法において、所定の値は、第 1 波形の最大値であってもよい。

[0072] また、上記測定方法において、所定の値は、第 1 波形の中央値であってもよい。

[0073] また、上記測定方法の物質の測定値を算出する工程において、物質の測定値は、所定の測定時間における、第 1 波形および第 2 波形の各接線の傾きに

基づいて算出してもよい。具体的には、物質の測定値を算出する工程において、所定の測定時間における、第1波形の接線の傾きと複数の第2波形の接線の傾きとの差または商を算出し、その差または商が所定の誤差範囲内に入る第2波形を選択し、第2波形の測定値を物質の測定値として出力してもよい。

[0074] また、上記測定方法の物質の測定値を算出する工程において、物質の測定値は、所定の測定時間における、第1波形および第2波形のそれぞれの値に基づいて算出してもよい。具体的には、物質の測定値を算出する工程において、所定の測定時間における第1波形を構成する値および第2波形を構成する値の差または商を算出し、その差または商が所定の誤差範囲内に入る第2波形を選択し、第2波形の測定値を物質の測定値を算出してもよい。

[0075] また、上記測定方法の物質の測定値を算出する工程において、複数の所定の測定時間における、第1波形を構成する複数の値の和および第2波形を構成する複数の値の和に基づいて、物質の測定値を算出してもよい。具体的には、物質の測定値を算出する工程において、複数の所定の測定時間における、第1波形を構成する複数の値の和および第2波形を構成する複数の値の和の差または商を算出し、その差または商が所定の誤差範囲内に入る第2波形を選択し、第2波形の測定値を物質の測定値を算出してもよい。

[0076] また、上記の測定装置1において実行される各工程は、電子機器において各工程を実行させるプログラムの制御方法の発明として解釈されてもよい。

符号の説明

- [0077]
- 1 測定装置
 - 2 センサ
 - 2 1 外部端子
 - 2 2 基板
 - 2 3 検出部
 - 2 4 参照部
 - 2 5 a 第1 I D T 電極

2 5 b 第 2 I D T 電極

2 6 流路部材

2 7 供給口

2 8 排出口

3 制御装置

3 0 凹部

3 1 接続端子

3 2 計算部

3 3 記憶部

請求の範囲

- [請求項1] 特定の物質を検出するセンサと、
前記物質の測定値とセンサの出力との関係を示す検量データを記憶した記憶部と、
前記センサの出力に基づいて、前記検量データから前記物質の測定値を算出する計算部と、を備え、
前記計算部は、前記センサの複数の第1出力を正規化した第1波形および前記検量データに含まれる前記測定値ごとのセンサの複数の第2出力を正規化した複数の第2波形を生成し、前記第1波形および複数の前記第2波形に基づいて、前記物質の測定値を算出する、測定装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の測定装置において、
前記計算部は、所定の測定時間内における、前記第1波形の接線の傾きおよび複数前記第2波形の接線の傾きに基づいて、前記物質の測定値を算出する、測定装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の測定装置において、
前記計算部は、所定の測定時間内における、前記第1波形の接線の傾きと複数の前記第2波形の接線の傾きとの差または商を算出し、前記差または商が所定の誤差範囲内に入る前記第2波形を選択し、前記第2波形の前記測定値を前記物質の測定値として出力する、測定装置。
- [請求項4] 請求項1または2に記載の測定装置において、
前記計算部は、所定の測定時間における前記第1波形を構成する値および前記第2波形を構成する値の差または商に基づいて、前記物質の測定値を算出する、測定装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の測定装置において、
前記計算部は、所定の測定時間における前記第1波形を構成する値および前記第2波形を構成する値の差または商を算出し、前記差また

は商が所定の誤差範囲内に入る前記第2波形を選択し、前記第2波形の前記測定値を前記物質の測定値を算出する、測定装置。

[請求項6] 請求項1または2に記載の測定装置において、
前記計算部は、所定の測定時間内における、前記第1波形を構成する複数の値の和および前記第2波形を構成する複数の値の和に基づいて、前記物質の測定値を算出する、測定装置。

[請求項7] 請求項6に記載の測定装置において、
前記計算部は、所定の測定時間内における、前記第1波形を構成する複数の値の和および前記第2波形を構成する複数の値の和の差または商を算出し、前記差または商が所定の誤差範囲内に入る前記第2波形を選択し、前記第2波形の前記測定値を前記物質の測定値を算出する、測定装置。

[請求項8] 請求項1～7のいずれか一項に記載の測定装置において、
前記第1波形は、前記センサの前記複数の第1出力の値を所定の値で割ることによって生成する、測定装置。

[請求項9] 請求項8に記載の測定装置において、
前記所定の値は、前記複数の第1出力のうちの最大値である、測定装置。

[請求項10] 請求項8に記載の測定装置において、
前記所定の値は、前記複数の第1出力のうちの中央値である、測定装置。

[請求項11] 特定の物質を検出可能なセンサを準備する工程と、
前記物質の測定値とセンサの出力との関係を示した検量データを準備する工程と、
センサによって前記物質を検出する工程と、
前記センサの複数の第1出力を正規化した第1波形を生成する工程と、
前記検量データに含まれる前記測定値ごとのセンサの複数の第2出

力を正規化して複数の第2波形を生成する工程と、

前記第1波形および前記第2波形に基づいて、前記物質の測定値を算出する工程と、を備える測定方法。

[請求項12] 請求項11に記載の測定方法において、

前記物質の測定値を算出する工程において、所定の測定時間における、前記第1波形および前記第2波形の各接線の傾きに基づいて、前記物質の測定値を算出する、測定方法。

[請求項13] 請求項12に記載の測定方法において、

前記物質の測定値を算出する工程において、所定の測定時間における、前記第1波形の接線の傾きと複数の前記第2波形の接線の傾きとの差または商を算出し、前記差または商が所定の誤差範囲内に入る前記第2波形を選択し、前記第2波形の前記測定値を前記物質の測定値として出力する、測定方法。

[請求項14] 請求項11に記載の測定方法において、

前記物質の測定値を算出する工程において、所定の測定時間における、前記第1波形および前記第2波形のそれぞれの値に基づいて、前記物質の測定値を算出する、測定方法。

[請求項15] 請求項14に記載の測定方法であって、

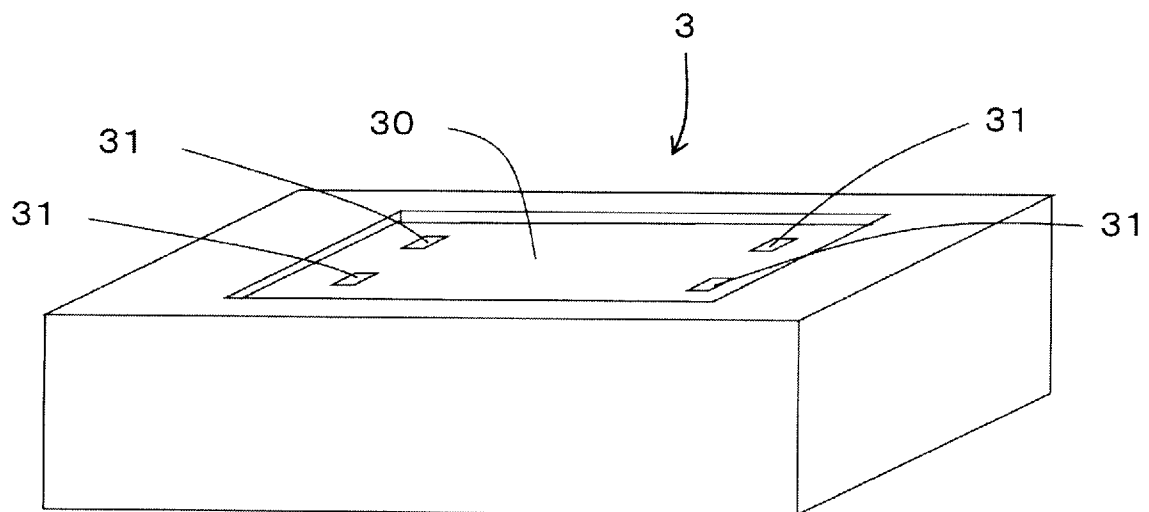
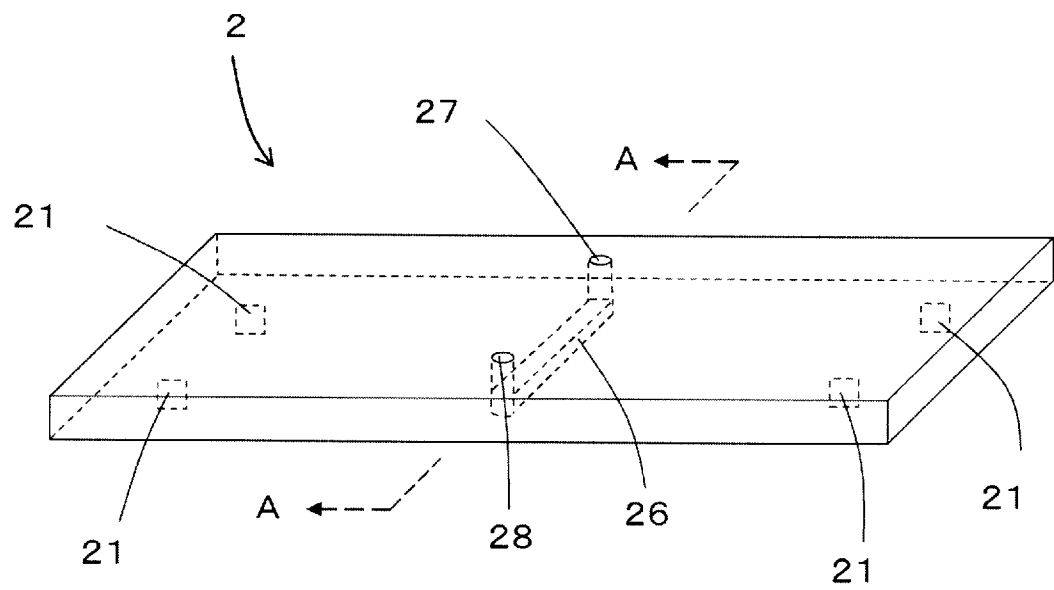
前記物質の測定値を算出する工程において、所定の測定時間における前記第1波形を構成する値および前記第2波形を構成する値の差または商を算出し、前記差または商が所定の誤差範囲内に入る前記第2波形を選択し、前記第2波形の前記測定値を前記物質の測定値を算出する、測定方法。

[請求項16] 請求項11に記載の測定方法であって、

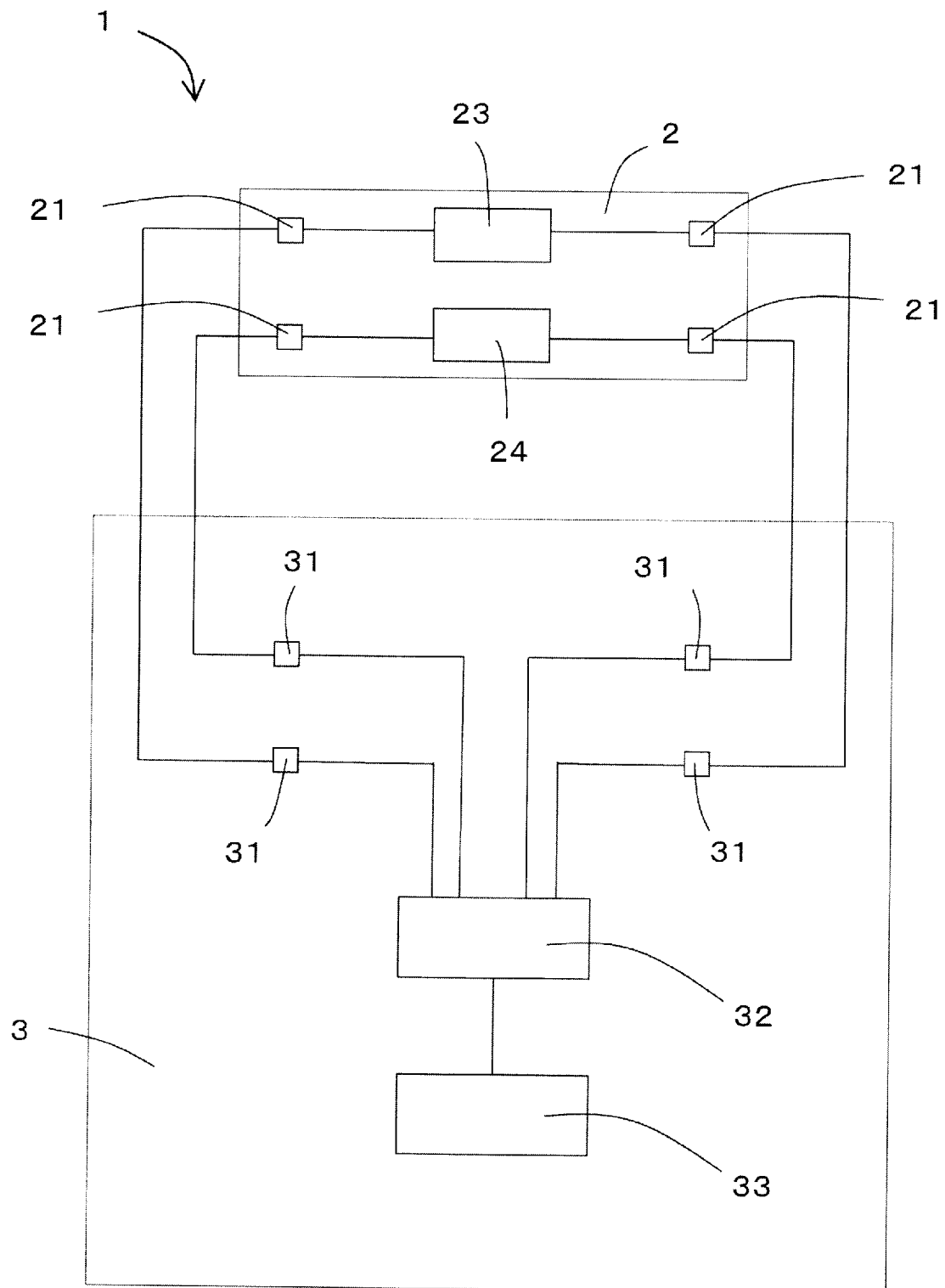
前記物質の測定値を算出する工程において、複数の所定の測定時間における、前記第1波形を構成する複数の値の和および前記第2波形を構成する複数の値の和に基づいて、前記物質の測定値を算出する、測定方法。

- [請求項17] 請求項 1 6 に記載の測定方法であって、
前記物質の測定値を算出する工程において、複数の所定の測定時間における、前記第 1 波形を構成する複数の値の和および前記第 2 波形を構成する複数の値の和の差または商を算出し、前記差または商が所定の誤差範囲内に入る前記第 2 波形を選択し、前記第 2 波形の前記測定値を前記物質の測定値を算出する、測定方法。
- [請求項18] 請求項 1 1 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の測定方法において、
前記第 1 波形は、前記出力の値を所定の値で割ることによって生成する、測定方法。
- [請求項19] 請求項 1 8 に記載の測定方法において、
前記所定の値は、前記第 1 波形の最大値である、測定方法。
- [請求項20] 請求項 1 8 に記載の測定方法において、
前記所定の値は、第 1 波形の中央値である、測定方法。

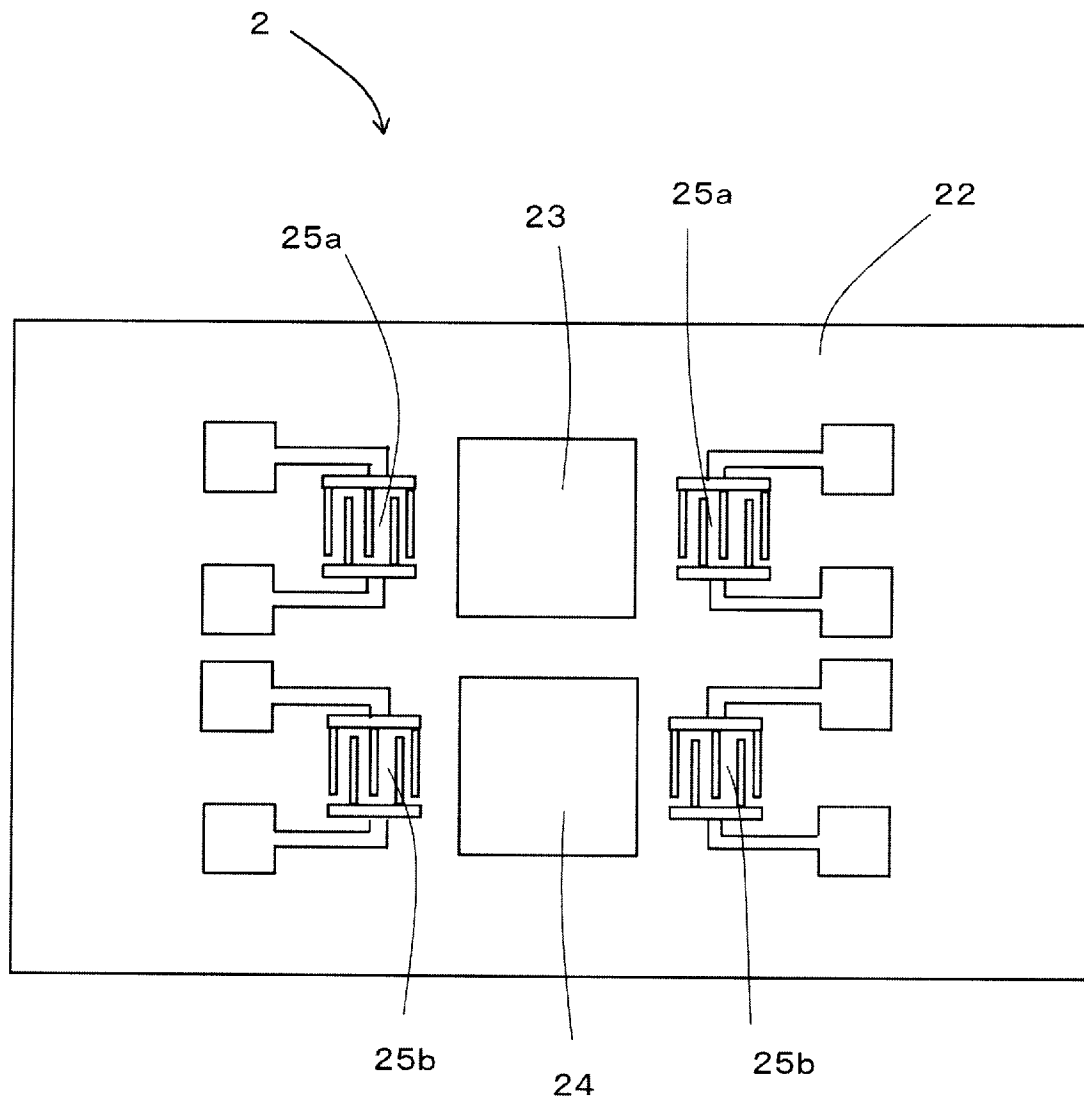
[図1]



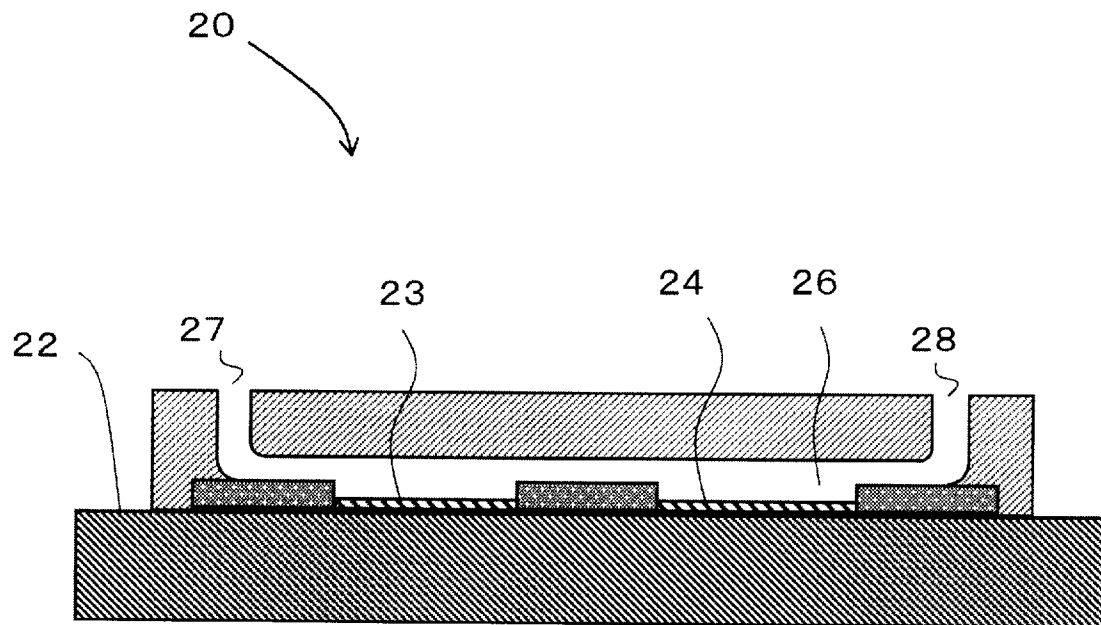
[図2]



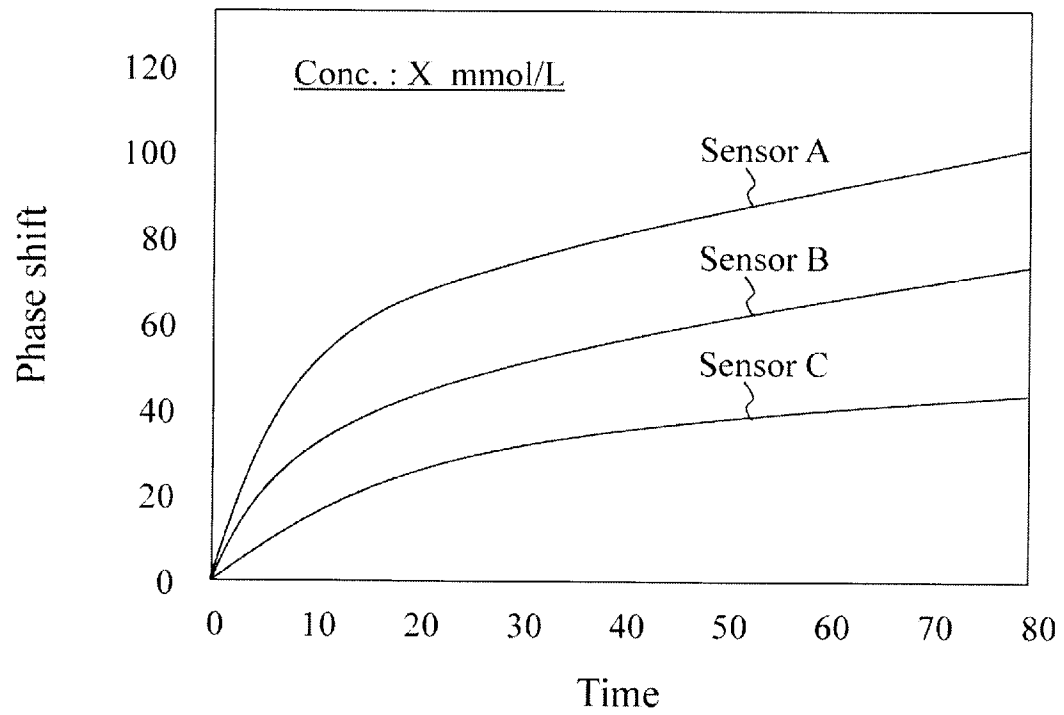
[図3]



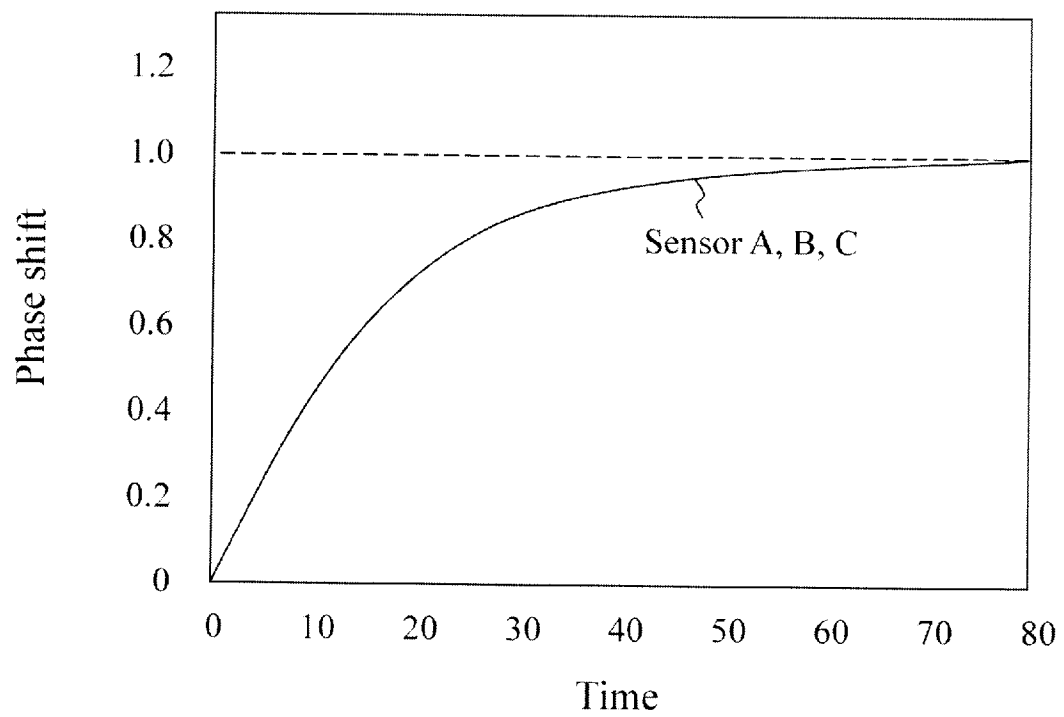
[図4]



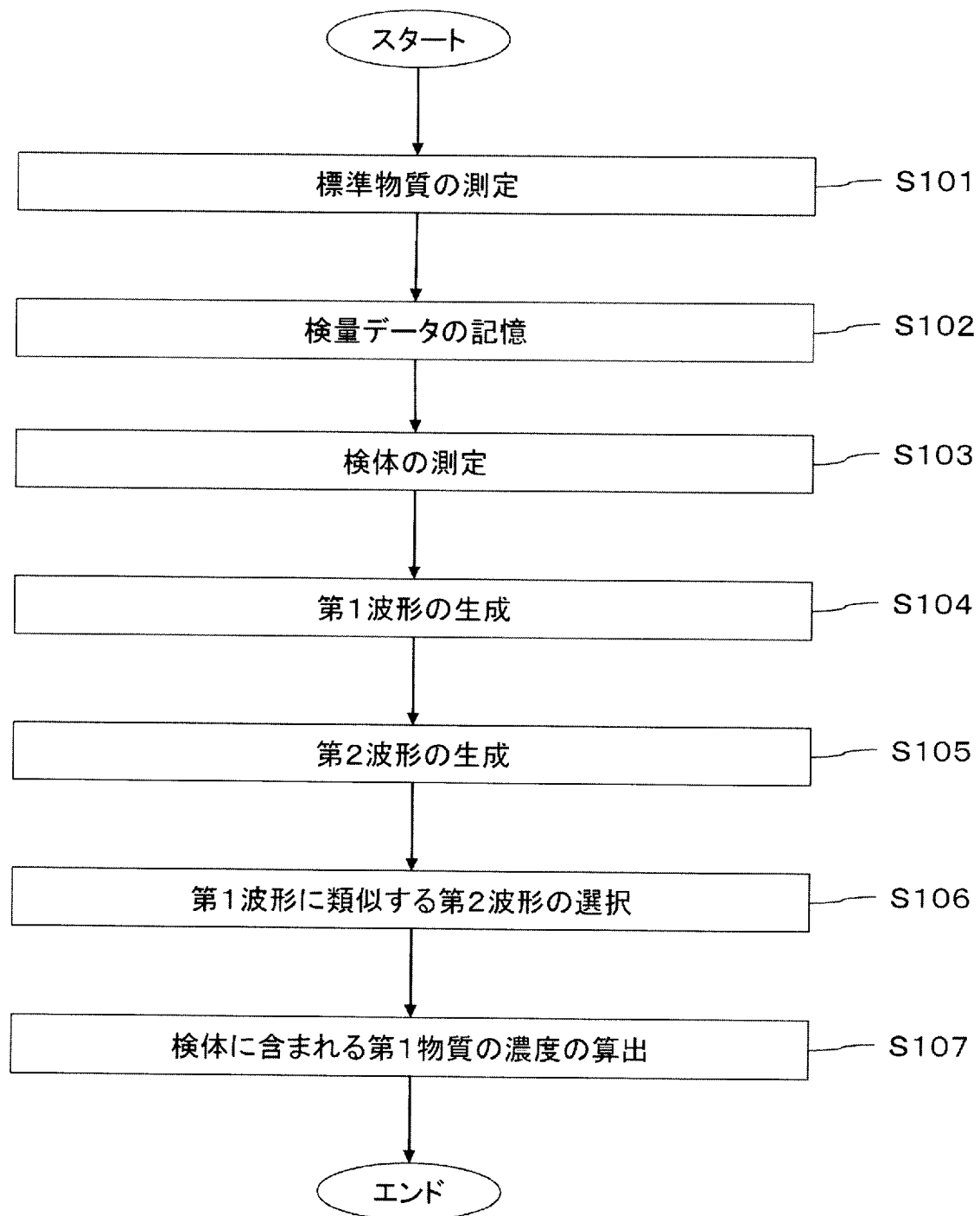
[図5A]



[図5B]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/042699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01N29/02 (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. G01N29/00-29/52

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 A	WO 2014/192196 A1 (KYOCERA CORP.) 04 December 2014, paragraphs [0068]-[0076] & US 2016/0187358 A1, paragraphs [0085]-[0093]	1, 11 2-10, 12-20
A	WO 2018/105072 A1 (KYOCERA CORP.) 14 June 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-20
A	WO 2017/018049 A1 (KYOCERA CORP.) 02 February 2017, entire text, all drawings & US 2018/0217132 A1	1-20



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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 December 2019 (10.12.2019)

Date of mailing of the international search report
24 December 2019 (24.12.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/042699

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-077099 A (SHIMADZU CORPORATION) 24 March 2005, entire text, all drawings & US 2005/0044928 A1 & EP 1510818 A2	1-20
A	JP 2001-13055 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 19 January 2001, entire text, all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2018-138920 A (KYOCERA CORP.) 06 September 2018, entire text, all drawings & US 2017/0205375 A1 & EP 3187869 A1 & CN 106461612 A	1-20
A	WO 2011/030519 A1 (PANASONIC CORP.) 17 March 2011, entire text, all drawings & US 2012/0146457 A1 & EP 2477332 A1 & CN 102484466 A	1-20
A	JP 2015-231512 A (SHINSHU UNIVERSITY) 24 December 2015, entire text, all drawings & US 2017/0135591 A1	1-20
A	US 2004/0072208 A1 (WARTHOE et al.) 15 April 2004, entire text, all drawings & WO 03/100413 A2	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N29/02(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. G01N29/00-29/52

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	WO 2014/192196 A1 (京セラ株式会社) 2014. 12. 04, 段落 0068-0076 & US 2016/0187358 A1, 段落 0085-0093	1, 11 2-10, 12-20
A	WO 2018/105072 A1 (京セラ株式会社) 2018. 06. 14, 全文及び全図 (ファミリーなし)	1-20
A	WO 2017/018049 A1 (京セラ株式会社) 2017. 02. 02, 全文及び全図 & US 2018/0217132 A1	1-20

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
「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
「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)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 12. 2019

国際調査報告の発送日

24. 12. 2019

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)

村田 顕一郎

2W

5711

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 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
A	JP 2005-077099 A (株式会社島津製作所) 2005. 03. 24, 全文及び全図 & US 2005/0044928 A1 & EP 1510818 A2	1-20
A	JP 2001-13055 A (三菱電機株式会社) 2001. 01. 19, 全文及び全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2018-138920 A (京セラ株式会社) 2018. 09. 06, 全文及び全図 & US 2017/0205375 A1 & EP 3187869 A1 & CN 106461612 A	1-20
A	WO 2011/030519 A1 (パナソニック株式会社) 2011. 03. 17, 全文及び全図 & US 2012/0146457 A1 & EP 2477332 A1 & CN 102484466 A	1-20
A	JP 2015-231512 A (国立大学法人信州大学) 2015. 12. 24, 全文及び全部 & US 2017/0135591 A1	1-20
A	US 2004/0072208 A1 (WARTHOE et al.) 2004. 04. 15, 全文及び全図 & WO 03/100413 A2	1-20