

(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
2023年7月6日(06.07.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/127355 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 35/02 (2006.01) G01N 1/38 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/043104

(22) 国際出願日: 2022年11月22日(22.11.2022)

(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 2021-214289 2021年12月28日(28.12.2021) JP

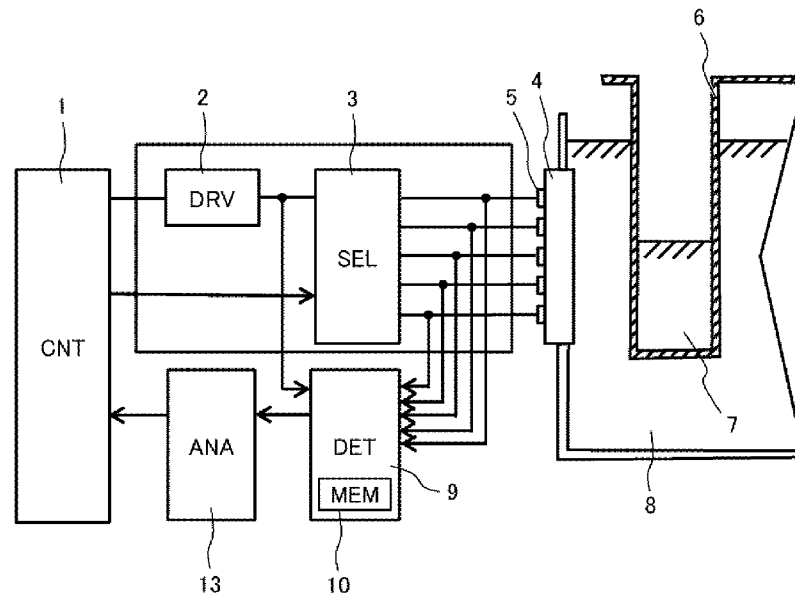
(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク
(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/
JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目
1 7 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高 麗 友 輔 (KOURAI Yuusuke);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番
6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 楯身
優(TATEMI Masaru); 〒1008280 東京都千代田
区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作
所内 Tokyo (JP). 鈴木 睦三(SUZUKI Mutsumi);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番
6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 佐々
木 幸太(SASAKI Kota); 〒1008280 東京都千代
田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作
所内 Tokyo (JP). 吉田 悟郎(YOSHIDA Gorou);
〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目 1 7 番 1 号
株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 田中 裕
人(TANAKA Yuto); 〒1056409 東京都港区虎ノ
門一丁目 1 7 番 1 号 株式会社日立ハイテク内

(54) Title: CHEMICAL ANALYSIS APPARATUS AND CHEMICAL ANALYSIS METHOD

(54) 発明の名称: 化学分析装置、化学分析方法

図 1



(57) Abstract: Provided is a chemical analysis apparatus which has a stirring function for stirring, by using an ultrasonic element, a reagent or the like and a sample to be measured, and with which it is possible to infer the presence or absence of a reaction liquid and estimate the liquid amount of the reaction liquid without using a means such as a sensor and a visual inspection. This chemical analysis apparatus has an ultrasonic stirring mechanism and is characterized in that the ultrasonic stirring mechanism comprises: a piezoelectric element; a plurality of electrodes provided to the piezoelectric element; a power source unit for applying voltage to the electrodes; a detection unit for measuring electric impedance for

Tokyo (JP). 網島 健太(TSUNASHIMA Kenta);
〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目 1 7 番 1
号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ポレール弁理士法人(POLAIRE I.P.C.);
〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三
丁目 3 番 5 号 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE,
KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, 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, ME, 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))

each of the plurality of electrodes or for any combination of the electrodes; and an analysis unit for determining the liquid amount in a reaction vessel from the electric impedance detected by the detection unit. The chemical analysis apparatus is characterized in that the detection unit measures the electric impedance in a state where a reaction vessel having two or more different amounts of liquid dispensed therein faces the piezoelectric element, and the analysis unit estimates the liquid amount in the reaction vessel on the basis of the change amount in the electric impedance measured by the detection unit.

(57) 要約: 超音波素子を利用して試薬等と被測定検体との攪拌を行う攪拌機能を備えた化学分析装置において、センサや目視等の手段を使用することなく反応液の有無および反応液の液面高さを推定可能な化学分析装置を提供する。超音波攪拌機構を有する化学分析装置であって、前記超音波攪拌機構は、圧電素子と、前記圧電素子に複数配置された電極と、前記電極に電圧を印加する電源部と、前記複数の電極毎または任意の組合せの電極に対して電気インピーダンスを測定する検出部と、前記検出部で検出した電気インピーダンスより反応容器内の液面高さを判断する分析部と、を備え、前記検出部は、2つ以上の異なる液量が分注された反応容器を前記圧電素子に対面させた状態で電気インピーダンスを測定し、前記分析部は、前記検出部で測定した電気インピーダンスの変化量に基づいて前記反応容器内の液面高さを推定することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：化学分析装置、化学分析方法

技術分野

[0001] 本発明は、化学分析装置の構成とその故障診断方法に係り、特に、圧電素子の振動による超音波を利用して試薬等と被測定検体との攪拌を行う攪拌機能を備えた化学分析装置に適用して有効な技術に関する。

背景技術

[0002] 従来の化学分析装置では、試薬と被測定検体との攪拌手段として、試薬を検体に混合するためにへら状の先端を有する攪拌棒を試薬と検体を混合する反応容器内に挿入し、攪拌棒を回転または往復する方式が用いられている。

[0003] このような化学分析装置では、攪拌棒に付着した試薬または検体が、次の分析結果に影響を与えるキャリーオーバーと呼ばれる現象が起こり得るため、攪拌棒を洗浄する機構が必要である。

[0004] この問題を解決するため、例えば特許文献1から特許文献4のように、検体の分析に必要な試薬と検体を混合する攪拌手段に、超音波を反応容器内の反応液に照射する方法を用いた自動分析装置がある。

[0005] これらの超音波を用いた攪拌手段は、攪拌棒などを媒介せずに、超音波によって検体と試薬に流動を発生させて反応液を混合し攪拌する方式であるため、攪拌棒を用いることに起因する検体及び試薬のキャリーオーバーや、反応容器内への洗浄水の混入を回避することが可能な技術である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2001-13149号公報

特許文献2：特開2001-188070号公報

特許文献3：特開2010-96638号公報

特許文献4：特開2000-338113号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上記特許文献1から特許文献4のように、攪拌手段に超音波を用いた場合、例えば、攪拌すべき反応容器が装着されていない状態や反応容器が空の状態では超音波を発振した際に、反応容器収納部の周辺部から反射される意図しない超音波により、超音波の発振源である圧電素子を損傷する可能性がある。
- [0008] また、空気中に超音波を繰り返し発振すると、圧電素子の発熱により、圧電素子自体が損傷する可能性もある。
- [0009] そこで、圧電素子から超音波を発振する際に、反応容器の有無或いは超音波が伝搬される媒体の有無を確認する方法として、反応容器や媒体を検知するセンサを設ける方法がある。
- [0010] しかし、この方法では、機構の複雑化による信頼性の低下やコスト上昇が懸念される。
- [0011] 上記特許文献1では、攪拌機構の非動作時間を使用して、ピエゾ素子の異常を検出し、事前に故障の予想を行い警告することにより、装置の不測の停止を防止することができる。
- [0012] また、上記特許文献2では、ピエゾ素子またはピエゾ素子駆動回路が正常動作の状態の、温度情報を記憶しておき、攪拌機構の動作中の温度情報と比較することにより、ピエゾ素子またはピエゾ素子駆動回路の異常判断している。
- [0013] しかしながら、特許文献1及び特許文献2のいずれにも、上述したような反応容器が装着されていない状態や反応容器が空の状態では超音波を発振した際の圧電素子の損傷に関する記載はなく、それを解決する方法についても触れられていない。
- [0014] また、上記特許文献3には、圧電素子から音波を出力する前に周辺状況を推定し、異常を検出したときには音波の出力を停止して、圧電素子の信頼性を向上する方法の記載がある。
- [0015] 特許文献3では、圧電素子を音源とする音波により反応容器に吐出した試

薬と被測定検体とを攪拌する攪拌部と、上記圧電素子を駆動する電圧及び周波数が変更可能な電源部と、試薬と被測定検体を反応させて成分分析を行う分析部と、上記攪拌部、電源部、及び分析部を制御する制御部を有する自動分析装置において、圧電素子を駆動する電圧或いは電流波形から電気インピーダンスを測定することにより、音波出力時の圧電素子の周辺状況を推定することが記載されている。

[0016] すなわち、圧電素子の周辺状況をモニタするためのセンサを、圧電素子と別に設けるのではなく、音源となる圧電素子そのものをセンサとして利用することにより、構成を複雑化することなく圧電素子から音波を発生する際に反応容器及び反応液の有無、或いは音波が伝搬する媒体の有無を確認することができる。

[0017] また、特許文献3は、圧電素子の電気インピーダンス変化から、音波が伝搬する媒体の温度変化を検出することができるとする方法である。

[0018] 特許文献3には、反応容器内の反応液の有無によって、超音波の反射体について境界の音響インピーダンスが異なることから、電気インピーダンスの最小となる周波数およびその時の電気インピーダンスの変化量を計測して反応液の有無、或いは音波が伝達する媒体の有無を確認することができる。また、圧電素子の電気インピーダンス変化から、音波が伝達する媒体の温度変化を検出できると記載されている。

[0019] しかし、圧電素子の損傷または破損が発生した状態では、電気インピーダンスは所望の計測を行うことができず、上記の反応液の有無の確認または温度変化の検出は行えない。

そのため、圧電素子の破損がないことを別の手段で確認する必要があった。

[0020] また、上記特許文献4にも、上述したような反応容器が装着されていない状態や反応容器が空の状態超音波を発振した際の圧電素子の損傷に関する記載はない。

[0021] そこで、本発明の目的は、超音波素子を利用して試薬等と被測定検体との攪拌を行う攪拌機能を備えた化学分析装置において、センサや目視等の手段

を使用することなく反応液の有無および反応液の液面高さを推定可能な化学分析装置とそれを用いた化学分析方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0022] 上記課題を解決するために、本発明は、超音波攪拌機構を有する化学分析装置であって、前記超音波攪拌機構は、圧電素子と、前記圧電素子に複数配置された電極と、前記電極に電圧を印加する電源部と、前記複数の電極毎または任意の組合せの電極に対して電気インピーダンスを測定する検出部と、前記検出部で検出した電気インピーダンスより反応容器内の液面高さを判断する分析部と、を備え、前記検出部は、2つ以上の異なる液量が分注された反応容器を前記圧電素子に対面させた状態で電気インピーダンスを測定し、前記分析部は、前記検出部で測定した電気インピーダンスの変化量に基づいて前記反応容器内の液面高さを推定することを特徴とする。

[0023] また、本発明は、（a）反応容器に被測定検体を分注するステップ、（b）前記反応容器に試薬を分注するステップ、（c）前記反応容器を攪拌部へ移動し、前記反応容器を前記攪拌部の圧電素子に対面させた状態で電気インピーダンスを測定するステップ、（d）前記（c）ステップで測定した電気インピーダンスの変化量に基づいて前記反応容器内の液面高さを推定するステップ、を含むことを特徴とする化学分析方法である。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、超音波素子を利用して試薬等と被測定検体との攪拌を行う攪拌機能を備えた化学分析装置において、センサや目視等の手段を使用することなく反応液の有無および反応液の液面高さを推定可能な化学分析装置とそれを用いた化学分析方法を実現することができる。

[0025] これにより、化学分析装置に搭載された超音波攪拌機能の異常診断を簡便に行うことができる。

[0026] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の実施例 1 に係る超音波攪拌機構の概略構成図である。

[図2]本発明の実施例 1 に係る化学分析装置の概略構成図である。

[図3]本発明の実施例 1 に係る電気インピーダンスの測定結果例を示す図である。

[図4]本発明の実施例 1 に係る電気インピーダンスと液量の関係例を示す図である。

[図5]本発明の実施例 1 に係る液量と液面高さの関係例を示す図である。

[図6]本発明の実施例 1 に係る液面高さの推定例を示す図である。

[図7]本発明の実施例 1 に係る化学分析装置の動作例を示すフローチャートである。

[図8]本発明の実施例 2 に係る電気インピーダンスの測定結果例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。なお、実質的に同一又は類似の構成には同一の符号を付し、説明が重複する場合には、その説明を省略する場合がある。

実施例 1

[0029] 図 1 から図 7 を参照して、本発明の実施例 1 に係る化学分析装置及び化学分析方法について説明する。

[0030] 図 1 は、本実施例の化学分析装置の一部を示す図であり、超音波攪拌機構の概略構成を示している。図 2 は、本実施例の化学分析装置の概略構成を示す上面図である。

[0031] 本実施例の化学分析装置（自動分析装置とも呼ぶ）は、図 2 に示すように、検体架設部 1 1 と、試薬格納部 1 2 と、反応部 1 3 と、攪拌部 1 4 と、測定部 1 5 と、洗浄部 1 6 とを備えており、分析装置制御部 2 3 により各部の詳細な動きが制御される。

[0032] 検体架設部 1 1 に架設された被測定検体 1 7 は、分析に使用される必要量を検体分注機構 1 8 により分取され、検体吐出位置 2 0 にて反応容器 6 に吐

出される。分析に必要な量の試薬が試薬分注機構 19 により試薬格納部 12 から分取され、試薬吐出位置 21 にて、被測定検体 17 が吐出された反応容器 6 に添加される。

[0033] 反応容器 6 に吐出された検体と試薬は、攪拌位置 22 に移動して、攪拌部 14 の圧電素子から出力された超音波により攪拌されて混合される。その後、攪拌部 14 により充分に混合された被測定検体 17 は、測定部 15 において成分分析が行われる。分析終了後の反応容器 6 は、洗浄部 16 により洗浄が実施され、再び他の分析に備える。

[0034] 攪拌部 14 は、図 1 に示すように、主要な構成として、攪拌制御部 1 と、電源部 2 と、電極セクタ 3 と、圧電素子 4 と、電極 5 と、検出部 9 と、記録部 10 とを備えている。

電極 5 は、反応容器 6 を化学分析装置に装着した際の反応容器 6 の高さ方向に複数配置されている。

[0035] 攪拌制御部 1 により制御される電源部 2 から、電極セクタ 3 を経由して、圧電素子 4 の電極 5 に対して電圧が印加されると、圧電素子 4 は超音波を出力し、超音波伝播媒体 8 を介して反応容器 6 に伝播され、反応容器 6 内の反応液 7 が超音波により攪拌される。

[0036] 圧電素子 4 の電極 5 は、反応容器 6 内の反応液 7 の有無、及び反応液 7 の液面高さを検出できるように、反応容器 6 の高さ方向に複数設けられている。

[0037] 電極セクタ 3 により、測定すべき電極 5 を選択し、選択した電極 5 に対して、電源部 2 から電極セクタ 3 を介して電圧が印加され、圧電素子 4 は超音波を出力する。

[0038] この際、検出部 9 により、圧電素子 4 の電気インピーダンスを測定し、その測定結果を記録部 10 に記録する。

[0039] 図 3 に、電気インピーダンスの測定結果例を示す。縦軸は圧電素子の各セグメント（反応容器 6 の高さ方向の電極 5 の位置）に対応し、横軸は電気インピーダンス Z より得られる電気インピーダース E_{sw} を示す。 E_{sw} は式

(1) により算出される。

[0040] [数1]

$$E_{SW} = \frac{1}{f_2 - f_1} \int_{f_1}^{f_2} |Z(f) - Z_{base}(f)| df \quad \cdots (1)$$

[0041] 反応液量の異なる電気インピーダンスの測定結果の差分を、測定した超音波の周波数範囲（周波数 f_1 から周波数 f_2 ）で積分することで E_{SW} を算出する。

[0042] 電気インピーダンス $Z(f)$ は各反応液量の測定値であり、 $Z_{base}(f)$ はある反応液の測定値である。図3は、反応液量 0ul の場合の測定値を Z_{base} として算出した結果である。

[0043] セグメント1が反応容器6の口側であり、セグメント14が反応容器6の底側である。

反応液量 0ul（反応容器6が空）の状態では、基準と測定値が同一であるため、電気インピーダンス E_{SW} は各セグメントで 0ul である。

[0044] 反応容器6内に反応液を分注すると、特許文献3に記載があるように、超音波が反射する境界の音響インピーダンスが変化することから電気インピーダンス Z が変化するため、式(1)より算出される電気インピーダンス E_{SW} も変化する。その変化は、セグメント14の結果で示されるように、反応液の増加に伴い、超音波の反射の境界が反応液で満たされる量も変化し、段階的に電気インピーダンス Z の変化量が変化する。

[0045] 一方で、超音波の反射の境界が反応液で満たされていない上部のセグメントでも電気インピーダンス E_{SW} が変化している。これは、反応容器6に反応液が分注されることで見かけ上の反応容器6の質量が変化していることによる影響であり、式(1)を用いることによって検出が可能となる。

[0046] 図4に、電気インピーダンス Z と液量の関係を示す。反応容器6内に反応液がない状態（反応容器6が空）でのセグメント1からセグメント4の結果である。横軸が電気インピーダンス E_{SW} であり、縦軸は液量である。225ul

までの検量線であり、セグメント 1 からセグメント 4 の反応容器 6 内には反応液がない状態での値である。

[0047] 超音波の反射領域に反応液が充填されることによる電気インピーダンス E_{sw} の変化とは異なる。電気インピーダンスが $0\ \Omega$ から $8\ \Omega$ までは電気インピーダンス E_{sw} と反応液は 1 対 1 対応の関係にあり、電気インピーダンス E_{sw} を算出することで液量を算出することができる。

[0048] 電気インピーダンス E_{sw} が $8\ \Omega$ 以上の場合、電気インピーダンス E_{sw} と液量の対応が 1 対 1 にならない場合がある。これは、超音波の反射体である反応容器 6 の振動モードに起因するもので、液量の増加に対して電気インピーダンス E_{sw} の変化が単調に増加しないためである。

[0049] その場合、各セグメントで測定した電気インピーダンス E_{sw} より液量の候補値を求め、候補値から得られる液量を組合せて液量を推定する。例えば、分散や標準偏差の小さい候補値が液量の推定値として選択される。

[0050] 図 5 に、液量と液面高さの関係を示す。反応容器 6 は直方体や円柱形などの変形しない構造であるため、予め形状を把握しておくことが可能であり、液量に対して、液面の高さの検量線を作成しておく。図 5 は、直方体の反応容器構造を例にした液量と液面高さの検量線であり、液量の増加に対して、液面高さは単調に増加している関係となっている。

[0051] 図 6 に、液面高さの推定結果を示す。図 3 に示す電気インピーダンス E_{sw} の測定結果をセグメント毎に表示し、図 4 で示したような電気インピーダンス E_{sw} と液量の間を用いて液量を算出し、図 5 に示す検量線を用いてその液量から液面の高さを算出し、候補値として記載している。

[0052] 候補 1 と候補 2 のそれぞれの標準偏差を計算し、比較して標準偏差の値の小さい候補 2 を反応液量と推定し、候補値の平均値を最終推定値 (10.0mm) として表示している。

[0053] 本実施例の化学分析装置では、電源部 2 から電極 5 に印加される電圧の周波数掃引を行い、掃引した周波数の測定範囲の電気インピーダンスを積分することで圧電素子 4 の電気インピーダンスを測定することも可能である。

- [0054] 「掃引」とは、電圧の周波数（振動数）を徐々に変化させながら振動を発生させる動作を指す。
- [0055] また、予め測定した反応容器 6 内に反応液 7 がない場合の電気インピーダンスを基準値として設定し、検出部 9 で測定した電気インピーダンスと基準値の差分を積分することで電気インピーダンスを測定することも可能である。
- [0056] 図 7 に、本実施例の化学分析装置の動作例を示す。
- [0057] 先ず、ステップ S 7 0 1 において、反応容器 6 に分析に使用される必要量の被測定検体 1 7 を分注する。
- [0058] 次に、ステップ S 7 0 2 において、反応容器 6 に分析に使用される必要量の試薬を分注する。
- [0059] 続いて、ステップ S 7 0 3 において、被測定検体 1 7 と試薬が分注された反応容器 6 を攪拌部 1 4 へ移動する。
- [0060] 反応容器 6 を攪拌部 1 4 へ移動後、ステップ S 7 1 1 において、圧電素子 4 の電気インピーダンスを測定する。
- [0061] 次に、ステップ S 7 1 2 において、ステップ S 7 1 1 で測定した電気インピーダンスの値より、反応液 7 の有無を診断し、反応液 7 の液面高さを推定する。
- [0062] 反応容器 6 内に反応液 7 がある場合（有）は、ステップ S 7 1 3 へ移行し、反応液 7 がない場合（無）は、ステップ S 7 0 6 へ移行する。
- [0063] ステップ S 7 1 3 では、電気インピーダンスの測定値を予め測定しておいた正常値と比較して、正常な場合はステップ S 7 0 4 へ移行し、異常な場合はステップ S 7 0 6 へ移行する。
- [0064] ステップ S 7 0 4 では、超音波を反応容器 6 に照射して被測定検体 1 7 と試薬を攪拌する。
- [0065] 続いて、ステップ S 7 0 5 において、測定部 1 5 により混合液（反応液 7）の成分を分析する。
- [0066] 次に、ステップ S 7 0 6 において、洗浄部 1 6 により、分析終了後または

異常診断後の反応容器 6 の洗浄を行う。

[0067] 最後に、ステップ S 7 0 7 において、他の分析項目がプログラムされているかを確認し、次の測定を行うか終了するか判断する。他の分析項目が無い場合は、処理を終了し、他の分析項目が有る場合は、ステップ S 7 0 1 に戻り、ステップ S 7 0 1 以降の処理を繰り返す。

[0068] なお、本発明を適用しない従来の化学分析装置では、ステップ S 7 1 1 からステップ S 7 1 3 を経ずに、ステップ S 7 0 3 からステップ S 7 0 4 へ移行する。（現行の処理）

以上説明したように、本実施例の化学分析装置は、超音波攪拌機構（攪拌部 1 4）を有する化学分析装置であって、超音波攪拌機構（攪拌部 1 4）は、圧電素子 4 と、圧電素子 4 に複数配置された電極 5 と、電極 5 に電圧を印加する電源部 2 と、複数の電極 5 毎または任意の組合せの電極 5 に対して電気インピーダンスを測定する検出部 9 と、検出部 9 で検出した電気インピーダンスより反応容器 6 内の液面高さを判断する分析部（攪拌制御部 1）を備えており、検出部 9 は、2 つ以上の異なる液量が分注された反応容器 6 を圧電素子 4 に対面させた状態で電気インピーダンスを測定し、分析部（攪拌制御部 1）は、検出部 9 で測定した電気インピーダンスの反応容器 6 の高さ方向の変化量に基づいて反応容器 6 内の液面高さを推定する。

[0069] また、電源部 2 と電極 5 との間に接続された電極セクタ 3 を備えており、電極セクタ 3 により選択した電極 5 に対して電源部 2 から電圧を印加し、検出部 9 は、電極セクタ 3 により選択した電極 5 に対して電気インピーダンスを測定する。

[0070] また、分析部（攪拌制御部 1）は、予め設定された電気インピーダンスと液面高さの関係に基づいて反応容器 6 内の液面高さを推定する。

[0071] 本実施例の化学分析装置及び化学分析方法によれば、圧電素子 4 の電気インピーダンスを測定し、測定値を処理することで、反応液 7 の有無を確認するセンサや目視等の手段を使用することなく反応液 7 の有無および液面高さを推定することが可能になる。

実施例 2

[0072] 図 8 を参照して、本発明の実施例 2 に係る化学分析装置及び化学分析方法について説明する。図 8 は、本実施例の電気インピーダンスの測定結果例を示す図である。

[0073] 本実施例の化学分析装置の構成と化学分析方法は、基本的に実施例 1 と同様である。実施例 2 では、さらに攪拌部 14 の故障診断を行う。

[0074] 図 8 に示す電気インピーダンスの測定結果において、セグメント 2 では、液量の変化に対して電気インピーダンスの変化を捉えられていない。圧電素子 4 が故障すると、反応容器 6 内の反応液 7 の液量の変化を正しく捉えることができない。電気インピーダンスが変化しない故障モードである。

[0075] 電気インピーダンスの変化量が正常状態よりも大きく変化する故障モードも存在する。

その場合、近くのセグメントの電気インピーダンスの変化量との比較により故障を判断する。

[0076] 故障診断を行うタイミングは、図 7 のステップ S 7 1 2 で反応液 7 の有無を診断するステップと同じタイミングで行うことができる。圧電素子 4 の電気インピーダンスの測定結果より、周囲の（近傍の）セグメントとの液面高さの推定値が大きく異なる場合、該当セグメントの故障と診断する。この場合、反応液 7 の有無の診断は、故障と診断されたセグメント以外のセグメントでの測定結果で行う。

[0077] 但し、圧電素子 4 の故障を検出しているため、その後はステップ S 7 0 6 での反応容器 6 の洗浄に移行することが望ましい。

[0078] 以上説明したように、本実施例の化学分析装置では、分析部（攪拌制御部 1）は、予め設定された電気インピーダンスと液面高さの関係に基づいて圧電素子 4 の故障診断を行う。

[0079] 本実施例の化学分析装置及び化学分析方法によれば、圧電素子 4 の電気インピーダンスを測定し、測定値を処理することで、反応液 7 の有無を確認するセンサや目視等の手段を使用することなく反応液 7 の有無および液面高さ

を推定することが可能になる。さらに、超音波素子である圧電素子 4 の異常診断を簡便に行うことが可能となる。

[0080] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0081] 1…攪拌制御部、2…電源部、3…電極セレクト、4…圧電素子、5…電極、6…反応容器、7…反応液、8…超音波伝播媒体、9…検出部、10…記録部、11…検体架設部、12…試薬格納部、13…反応部、14…攪拌部、15…測定部、16…洗浄部、17…被測定検体、18…検体分注機構、19…試薬分注機構、20…検体吐出位置、21…試薬吐出位置、22…攪拌位置、23…分析装置制御部

請求の範囲

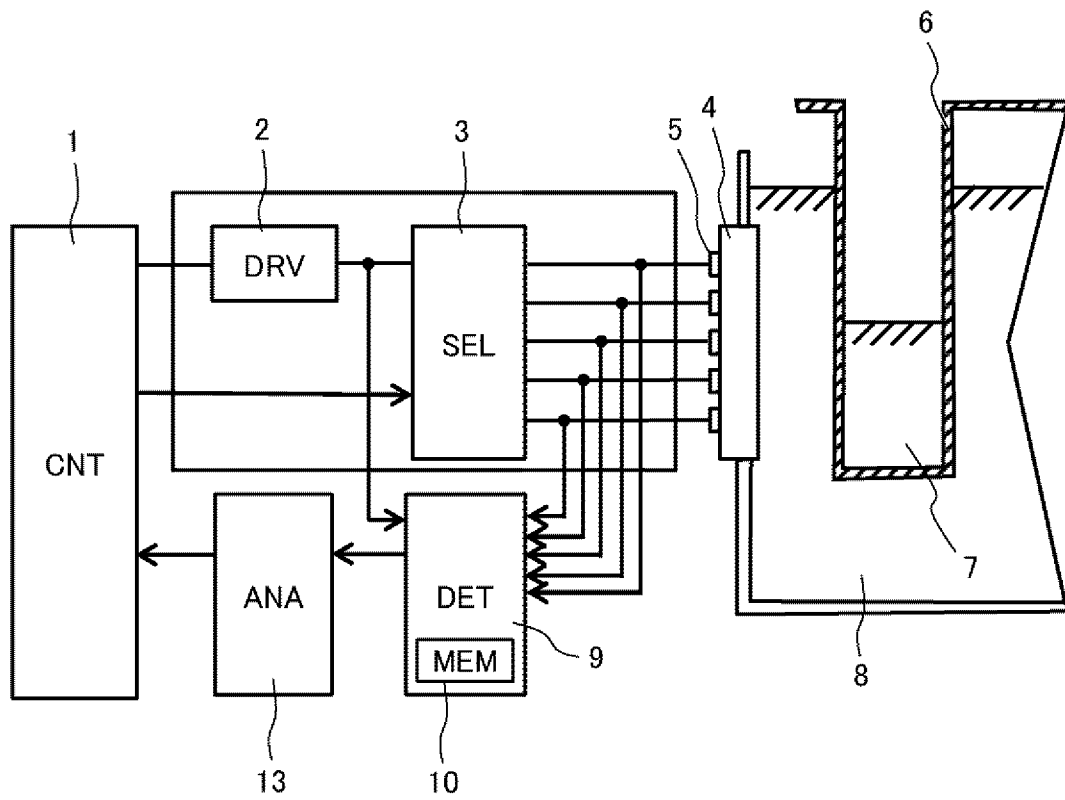
- [請求項1] 超音波攪拌機構を有する化学分析装置であって、
前記超音波攪拌機構は、圧電素子と、
前記圧電素子に複数配置された電極と、
前記電極に電圧を印加する電源部と、
前記複数の電極毎または任意の組合せの電極に対して電気インピーダンスを測定する検出部と、
前記検出部で検出した電気インピーダンスより反応容器内の液面高さを判断する分析部と、を備え、
前記検出部は、2つ以上の異なる液量が分注された反応容器を前記圧電素子に対面させた状態で電気インピーダンスを測定し、
前記分析部は、前記検出部で測定した電気インピーダンスの変化量に基づいて前記反応容器内の液面高さを推定することを特徴とする化学分析装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の化学分析装置であって、
前記電極は、前記反応容器を前記化学分析装置に装着した際の前記反応容器の高さ方向に複数配置されていることを特徴とする化学分析装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の化学分析装置であって、
前記電源部と前記電極との間に接続された電極セレクトアを備え、
前記電極セレクトアにより選択した電極に対して前記電源部から電圧を印加し、
前記検出部は、前記電極セレクトアにより選択した電極に対して電気インピーダンスを測定することを特徴とする化学分析装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の化学分析装置であって、
前記分析部は、予め設定された電気インピーダンスと液面高さの関係に基づいて前記反応容器内の液面高さを推定することを特徴とする化学分析装置。

- [請求項5] 請求項1に記載の化学分析装置であって、
前記分析部は、予め設定された電気インピーダンスと液面高さの関係に基づいて前記圧電素子の故障診断を行うことを特徴とする化学分析装置。
- [請求項6] 請求項1に記載の化学分析装置であって、
前記電源部から前記電極に印加される電圧の周波数掃引を行い、
掃引した周波数の測定範囲の電気インピーダンスを積分することで電気インピーダンスを測定することを特徴とする化学分析装置。
- [請求項7] 請求項1に記載の化学分析装置であって、
予め測定した反応容器内に液がない場合の電気インピーダンスを基準値とし、
前記検出部で測定した電気インピーダンスと前記基準値の差分を積分することで電気インピーダンスを測定することを特徴とする化学分析装置。
- [請求項8] 以下のステップを含む化学分析方法；
（a）反応容器に被測定検体を分注するステップ、
（b）前記反応容器に試薬を分注するステップ、
（c）前記反応容器を攪拌部へ移動し、前記反応容器を前記攪拌部の圧電素子に対面させた状態で電気インピーダンスを測定するステップ、
（d）前記（c）ステップで測定した電気インピーダンスの変化量に基づいて前記反応容器内の液面高さを推定するステップ。
- [請求項9] 請求項8に記載の化学分析方法であって、
前記（c）ステップにおいて、前記反応容器の高さ方向の複数の位置で電気インピーダンスを測定することを特徴とする化学分析方法。
- [請求項10] 請求項8に記載の化学分析方法であって、
予め設定された電気インピーダンスと液面高さの関係に基づいて前記反応容器内の液面高さを推定することを特徴とする化学分析方法。

- [請求項11] 請求項8に記載の化学分析方法であって、
 予め設定された電気インピーダンスと液面高さの関係に基づいて前記圧電素子の故障診断を行うことを特徴とする化学分析方法。
- [請求項12] 請求項8に記載の化学分析方法であって、
 前記圧電素子に印加する電圧の周波数掃引を行い、
 掃引した周波数の測定範囲の電気インピーダンスを積分することで電気インピーダンスを測定することを特徴とする化学分析方法。
- [請求項13] 請求項8に記載の化学分析方法であって、
 予め測定した反応容器内に液がない場合の電気インピーダンスを基準値とし、
 前記（c）ステップで測定した電気インピーダンスと前記基準値の差分を積分することで電気インピーダンスを測定することを特徴とする化学分析方法。

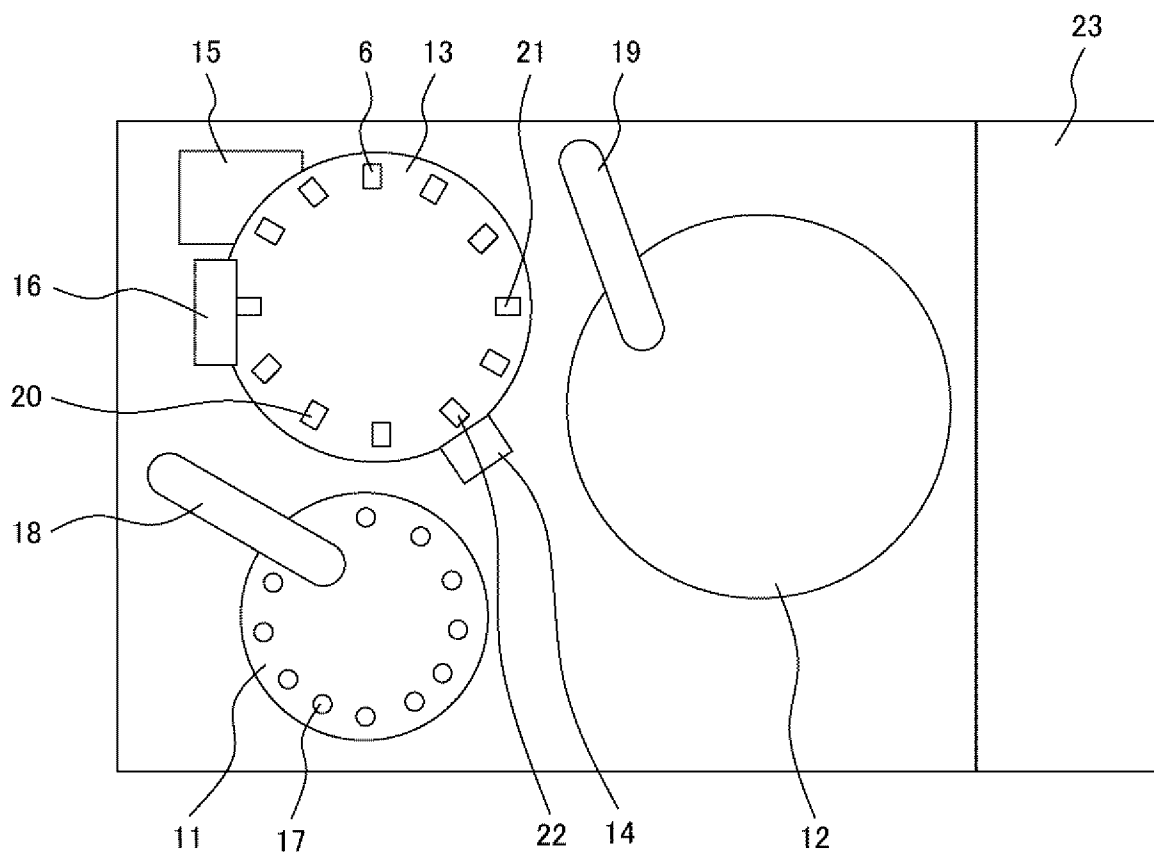
[図1]

図 1



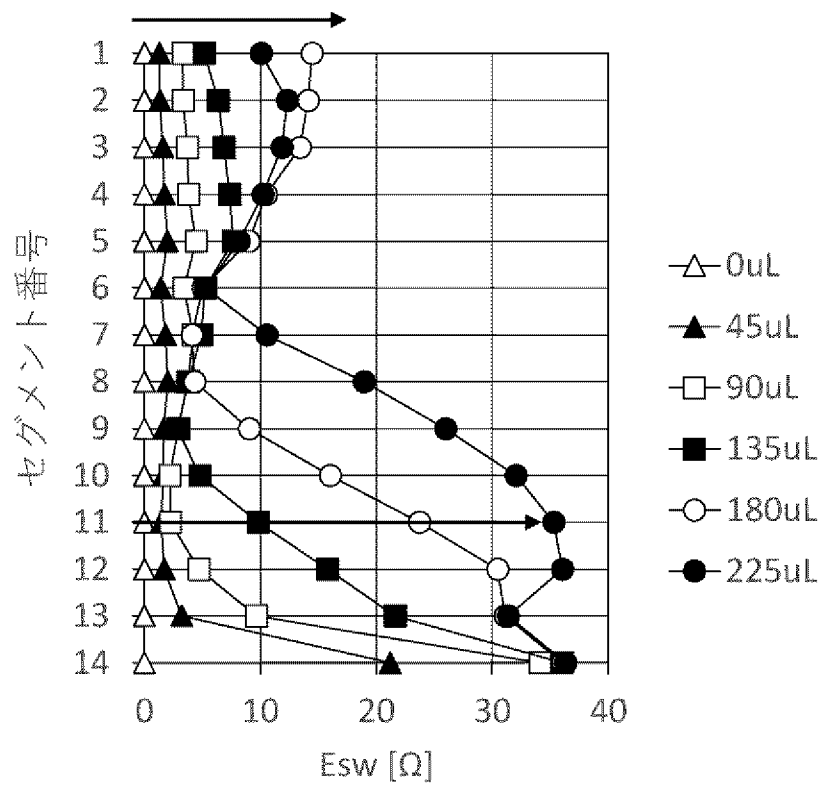
[図2]

図 2



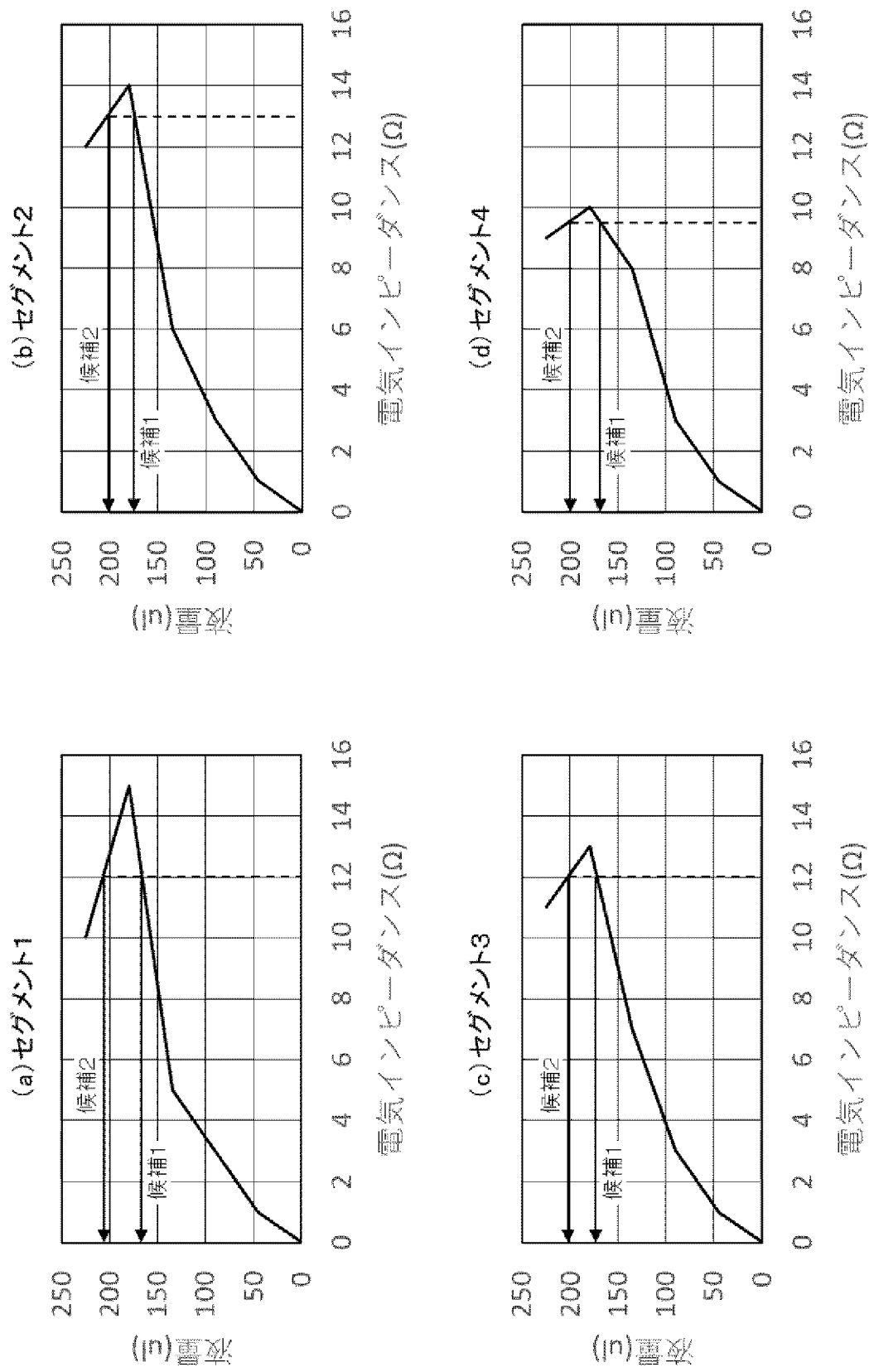
[図3]

図 3



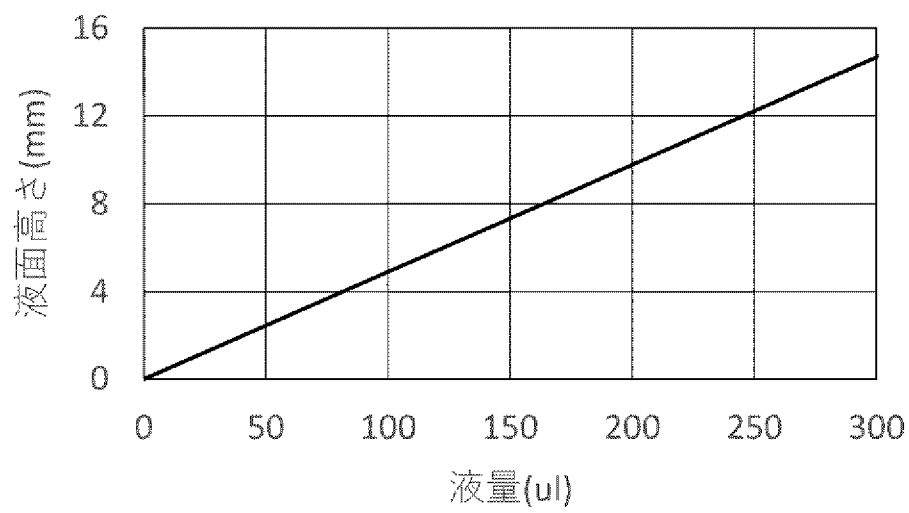
[図4]

図 4



[図5]

図 5



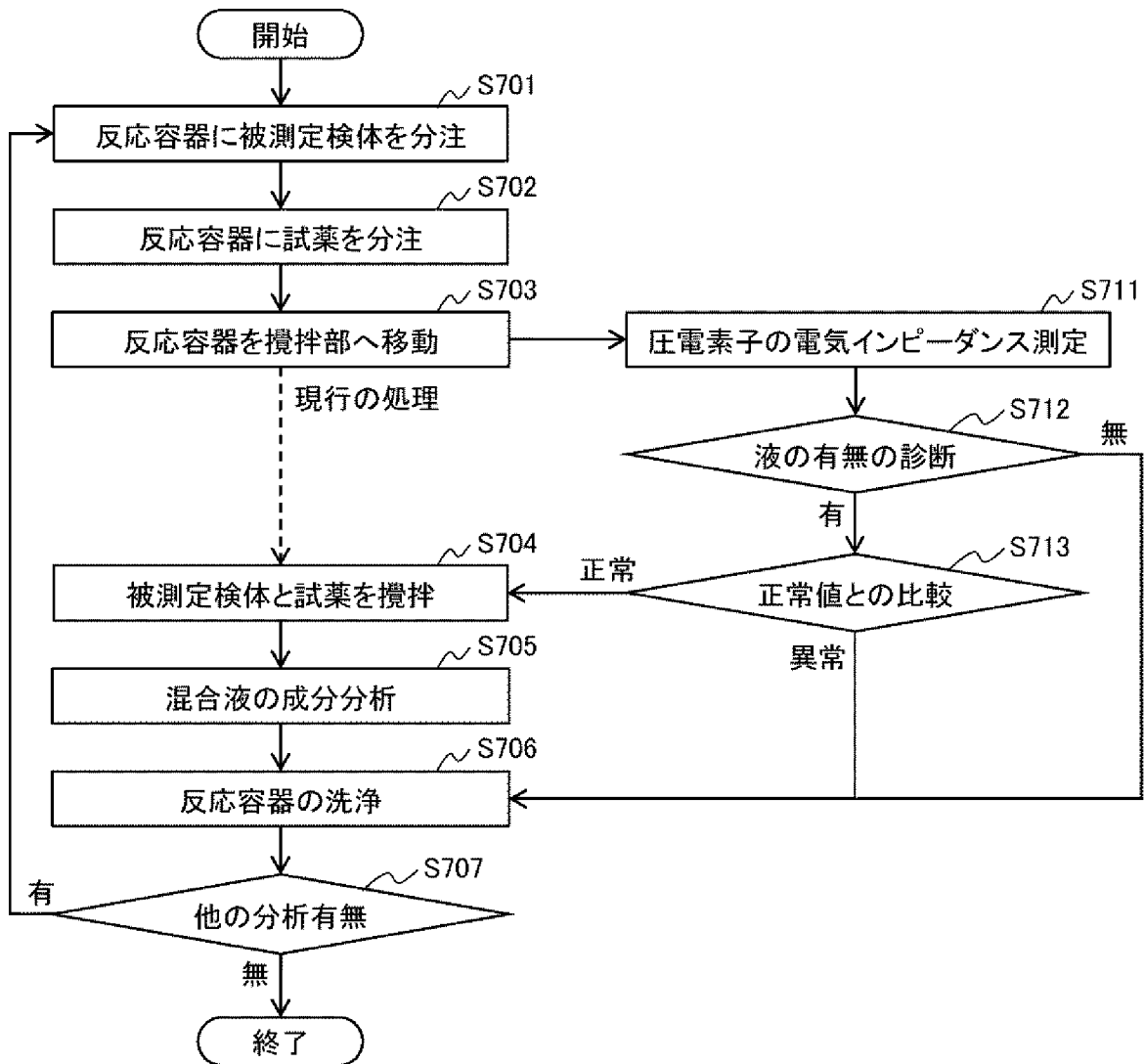
[図6]

図 6

Seg		1	2	3	4
電気インピーダンス (Ω)		12	13	12	9.5
液面高さ	候補 1 (mm)	8.2	8.5	8.5	8.3
	候補 2 (mm)	10.1	10.0	10.0	9.9
	推定値(mm)	10.0			

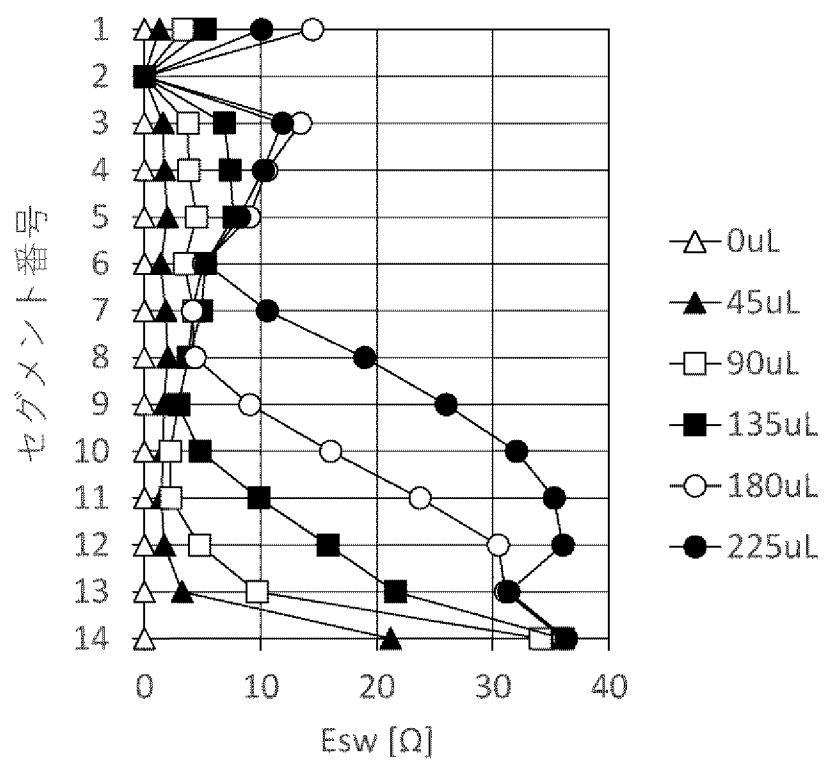
[図7]

図 7



[図8]

図 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/043104

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 35/02**(2006.01)i; **G01N 1/38**(2006.01)i

FI: G01N35/02 D; G01N1/38

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)

G01N35/02; G01N1/38

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2021/256027 A1 (HITACHI HIGH TECH CORP) 23 December 2021 (2021-12-23) paragraphs [0023], [0027]-[0040], [0044]-[0054], [0060]-[0068], fig. 2, 4-5, 7-10	1-2, 4-13
Y		3
Y	JP 2010-096638 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP) 30 April 2010 (2010-04-30) paragraphs [0015]-[0024], fig. 3-4	3
A	WO 2009/011314 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 22 January 2009 (2009-01-22) paragraphs [0022]-[0024], [0031]-[0040]	5, 11
A	JP 2000-338113 A (HITACHI LTD) 08 December 2000 (2000-12-08) paragraphs [0015]-[0017], [0023]	1-13
A	JP 2019-124608 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP) 25 July 2019 (2019-07-25) paragraphs [0040], [0045]-[0046], [0056]-[0057]	1-13
A	JP 2009-036666 A (OLYMPUS CORPORATION) 19 February 2009 (2009-02-19) paragraphs [0026]-[0034]	6-7, 12-13

☐ 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

“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

“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

12 January 2023

Date of mailing of the international search report

31 January 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/043104

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/256027	A1	23 December 2021	(Family: none)	
JP	2010-096638	A	30 April 2010	(Family: none)	
WO	2009/011314	A1	22 January 2009	US 2010/0112704 A1 paragraphs [0018]-[0020], [0027]-[0036] EP 2172779 A1 CN 101755213 A	
JP	2000-338113	A	08 December 2000	(Family: none)	
JP	2019-124608	A	25 July 2019	(Family: none)	
JP	2009-036666	A	19 February 2009	US 2009/0031789 A1 paragraphs [0051]-[0059]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 35/02(2006.01)i; G01N 1/38(2006.01)i FI: G01N35/02 D; G01N1/38		
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）） G01N35/02; G01N1/38		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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	WO 2021/256027 A1（株式会社日立ハイテク） 23.12.2021（2021-12-23） [0023][0027]-[0040][0044]-[0054][0060]-[0068]及び図2, 4-5, 7-10	1-2, 4-13
Y		3
Y	JP 2010-096638 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ） 30.04.2010（2010-04-30） [0015]-[0024]及び図3-4	3
A	WO 2009/011314 A1（オリンパス株式会社） 22.01.2009（2009-01-22） [0022]-[0024][0031]-[0040]	5, 11
A	JP 2000-338113 A（株式会社日立製作所） 08.12.2000（2000-12-08） [0015]-[0017][0023]	1-13
A	JP 2019-124608 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ） 25.07.2019（2019-07-25） [0040][0045]-[0046][0056]-[0057]	1-13
A	JP 2009-036666 A（オリンパス株式会社） 19.02.2009（2009-02-19） [0026]-[0034]	6-7, 12-13
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 12.01.2023	国際調査報告の発送日 31.01.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 北条 弥作子 2J 1168 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/043104

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2021/256027	A1	23.12.2021	(ファミリーなし)	
JP	2010-096638	A	30.04.2010	(ファミリーなし)	
WO	2009/011314	A1	22.01.2009	US 2010/0112704 A1	
				[0018]-[0020][0027]-	
				[0036]	
				EP 2172779 A1	
				CN 101755213 A	
JP	2000-338113	A	08.12.2000	(ファミリーなし)	
JP	2019-124608	A	25.07.2019	(ファミリーなし)	
JP	2009-036666	A	19.02.2009	US 2009/0031789 A1	
				[0051]-[0059]	