

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6573257号  
(P6573257)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

(51) Int. Cl.		F I		
GO 1 N 35/10	(2006.01)	GO 1 N 35/10		D
GO 1 N 21/59	(2006.01)	GO 1 N 21/59		Z
GO 1 N 21/11	(2006.01)	GO 1 N 21/11		

請求項の数 11 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2015-192082 (P2015-192082)	(73) 特許権者	317007266
(22) 出願日	平成27年9月29日 (2015.9.29)		エア・ウォーター・バイオデザイン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-67560 (P2017-67560A)		兵庫県神戸市中央区港島南町1丁目3番1号
(43) 公開日	平成29年4月6日 (2017.4.6)	(74) 代理人	110000338
審査請求日	平成30年10月1日 (2018.10.1)		特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
		(72) 発明者	芝 直樹
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	綱澤 啓
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測定装置及び測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体を収容する1つ又は複数の測定室を備えた測定容器と、  
前記測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する測定部と、  
前記測定容器を攪拌動作させる攪拌部と、  
前記測定室に前記液体を注入する液体注入部と、  
前記測定部、前記攪拌部及び前記液体注入部を制御する制御部とを備える測定装置であって、

前記測定室は、内壁が互いに対向する底面及び天面を含み、且つ、前記天面が光を透過する低天面と、前記低天面の周囲に位置し、前記底面に対して前記低天面よりも高い位置に配置された高天面とを有し、

前記制御部は、

前記液体注入部が、液面が前記低天面よりも低い位置となるように前記測定室に液体を注入する第1液体注入モードと、

前記攪拌部が前記測定容器を攪拌動作させる攪拌モードと、

前記第1液体注入モードにより液体が注入された測定室に、液面が前記低天面よりも高い位置となるように液体を注入する第2液体注入モードと、

前記測定部が前記測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する第1測定モードとを実行させることを特徴とする測定装置。

【請求項2】

前記測定室に収容される液体は、測定成分を含む測定液と、該測定液を希釈するための希釈液とを含み、

前記第1液体注入モードにおいて前記測定室に注入される液体は、前記測定液又は希釈液のうち的一方であり、

前記第2液体注入モードにおいて前記測定室に注入される液体は、前記測定液又は前記希釈液のうち他方であることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

【請求項3】

前記制御部は、

前記第1液体注入モードにおいて前記測定室に注入する液体の量である第1液体注入量を制御する第1液体注入量制御部と、

前記第2液体注入モードにおいて前記測定室に注入する液体の量である第2液体注入量を制御する第2液体注入量制御部とを備えることを特徴とする請求項1または2に記載の測定装置。

【請求項4】

前記第1液体注入量制御部は、前記第1液体注入量を予め記憶している第1液体注入量記憶部を備えており、

前記第2液体注入量制御部は、前記第2液体注入量を予め記憶している第2液体注入量記憶部を備えており、

第1液体注入量制御部は、前記第1液体注入モードにおいて、前記第1液体注入量記憶部に記憶された第1液体注入量の液体を前記測定室に注入させ、

前記第2液体注入量制御部は、前記第2液体注入モードにおいて、前記第2液体注入量記憶部に記憶された第2液体注入量の液体を前記測定室に注入させることを特徴とする請求項3に記載の測定装置。

【請求項5】

前記測定室には試薬が予め封入されており、

前記測定容器を攪拌動作させることにより、前記試薬と、前記液体注入部により前記測定室に注入された液体とを攪拌することを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の測定装置。

【請求項6】

前記制御部は、前記測定部が、前記第1液体注入モードにより液体が注入された測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する第2測定モードを実行させることを特徴とする請求項5に記載の測定装置。

【請求項7】

前記測定室に収容される液体は、測定成分を含む測定液と、該測定液を希釈するための希釈液とを含み、

前記第1液体注入モードにおいて前記測定室に注入される液体は、前記測定液であり、

前記第2液体注入モードにおいて前記測定室に注入される液体は、前記希釈液であり、

前記制御部は、前記第2測定モードの測定結果に基づいて、前記第2液体注入モードにおいて前記測定室に注入する希釈液の量を制御することを特徴とする請求項6に記載の測定装置。

【請求項8】

前記制御部は、前記第1液体注入モード、前記攪拌モード、前記第2液体注入モード、及び前記第1測定モードの各モードを、この順に実行させることを特徴とする請求項1～7の何れか1項に記載の測定装置。

【請求項9】

前記攪拌部は、1つの回転軸を中心として、前記測定容器を前記回転軸の周りに加減速させながら回転させることにより、前記測定容器を攪拌動作させることを特徴とする請求項1～8の何れか1項に記載の測定装置。

【請求項10】

前記1つ又は複数の測定室は、複数の測定室であり、

10

20

30

40

50

前記複数の測定室は、前記回転軸に垂直な1つの平面において、前記回転軸を中心とする同一円周上に配置されていることを特徴とする請求項9に記載の測定装置。

【請求項11】

液体を収容する1つ又は複数の測定室を備え、

前記測定室は、内壁が互いに対向する底面及び天面を含み、且つ、前記天面が光を透過する低天面と、前記低天面の周囲に位置し、前記底面に対して前記低天面よりも高い位置に配置された高天面とを有する測定容器を用いた測定方法であって、

前記測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する測定工程と、

前記測定容器を攪拌動作させる攪拌工程と、

前記測定室に前記液体を注入する液体注入工程と、

前記測定工程、前記攪拌工程及び前記液体注入工程を制御する制御工程とを含み、

前記制御工程は、

前記液体注入工程において、液面が前記低天面よりも低い位置となるように前記測定室に液体を注入する第1液体注入モードと、

前記攪拌工程において、前記測定容器を攪拌動作させる攪拌モードと、

前記第1液体注入モードにより液体が注入された測定室に、液面が前記低天面よりも高い位置となるように液体を注入する第2液体注入モードと、

前記測定工程において、前記測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する第1測定モードとを、この順に実行することを特徴とする測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、試料分析において、測定液中に含まれる成分の分析に好適な測定装置、及び測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、農業の分野において、農作物の育成状態の管理のため、農作物の生育環境における土壌成分の分析が広く行われている。

【0003】

一般的に、土壌分析装置は、それぞれの土壌抽出液をその都度複数の試験管に目盛り付のスポイトで計量しながら注入し、その後、土壌成分毎に決められた試薬および希釈液を試験管に注入し発色させる。そして、比色表、比濁表、または、吸光光度法等を用いて数値換算することで測定が行われている。

【0004】

しかしながら、上述の測定方法は、それぞれの土壌抽出液に試薬を混合する必要があるため、繰り返し作業が多くなる。また、測定したい土壌成分に応じた試薬を準備する必要もあり、煩雑性が高い。

【0005】

土壌分析を頻繁に行うことにより、圃場ごとの細かい分析や、作付けごとの分析を行うことで、前作の影響を考慮した施肥設計を行うことができる。また、生育期間の長い作物についてはより短いスパンで定期的に分析を行うことで、追肥のタイミングや量を最適化することができる。したがって、このような土壌分析を行うことにより、収穫量の増加や品質の安定化が望める。

【0006】

しかしながら、上述した煩雑性の高さから分析の頻度を高めることは困難である。

【0007】

このような繰り返し作業を含む測定方法、同一の検査液から複数の成分に対しアプローチを行う測定方法は、土壌分析に限らずいくつか存在する。近年では、このような煩雑さを解決するための、簡易な方法で検査液と試薬等とを混合し、成分を分析する手法が提案されている。

10

20

30

40

50

## 【0008】

例えば、特許文献1には、生化学反応の検出や分析等に用いる試料分析チップが開示されている。図16は、特許文献1に記載の試料分析チップ100を示す平面図である。図16に示すように、試料分析チップ100は、基材101上に、複数のウェル102と、各ウェル102に溶液、例えば液体試料を送液するための流路とを有している。流路は、各ウェル102に送液するために、少なくとも各ウェル102と連絡する一つの主流路103を有し、さらに主流路103とウェル102とをつなぐ側路105を有する。主流路103の端部には注入口(INLET)が、他方の端部には空気の脱出口を兼ねた出口(OUTLET)が形成されている(図中ではINLET/OUTLET107)。

## 【0009】

試料分析チップ100では、この注入口(INLET107)から液体試料が導入され、導入された液体試料が、主流路103から検査部であるウェル102に遠心力によって送液される。そして、送液された液体試料と、ウェル102に予め封入された試薬とを反応させて、その反応を観察する。

## 【0010】

また、試料分析チップ100では、主流路103とウェル102との連絡口が、試料分析チップ100を回転させる前の段階では、ウェル102に溶液が浸入しない程度の幅及び断面積になっている。さらに、ウェル102の外周側の壁面は内周側の壁面と親水性が異なっている。これにより、ウェル102の外周側に試薬を固定することができるとともに、試料分析チップ100を回転させる前に試薬が液体試料と混ざり、液体試料が汚染されることを防いでいる。また、試料分析チップ100では、主流路103の路幅が主流路山部103aで狭く、主流路谷部103bで広がっている。このように、主流路谷部103bの路幅を広げることで、各ウェル102への配液量を制御することができる。

## 【0011】

このように、特許文献1に記載の試料分析チップ100においては、微量の検査液を用いて、複数種の検体を同じ試薬で同時に処理をしたり、また逆に一種類の検体に同時に複数の処理を施したりすることができ、従来かかっていた時間や手間を大幅に減らすことができる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0012】

【特許文献1】特開2012-185000号公報(2012年9月27日公開)

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0013】

しかしながら、特許文献1に開示されている試料分析チップ100では、液体試料に含まれる複数の成分を分析する際に、下記課題により、測定精度が低くなる場合がある。

## 【0014】

すなわち、特許文献1に開示されている試料分析チップ100では、液体試料と試薬とを混合した後、液体試料の光学特性、例えば光の透過強度から吸光度を測定する。しかし、液体試料と試薬とを混合する際に、液体試料と試薬との反応によって気体が発生すると、気泡が発生してしまう。或いは、遠心力や回転方向の加減速を用いて液体試料と試薬とを混合・攪拌する際にも、液体試料内部に気泡が発生してしまう。このため、液体試料中に気泡が存在する状態で、液体試料の光学特性を測定すると、気泡に起因する光の散乱・反射が起こり、測定精度が低下するという問題が生じる。

## 【0015】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、測定試料中に気泡が存在したとしても、精度の良い測定を行うことができる測定装置及び測定方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0016】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る測定装置は、液体を収容する1つ又は複数の測定室を備えた測定容器と、前記測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する測定部と、前記測定容器を攪拌動作させる攪拌部と、前記測定室に前記液体を注入する液体注入部と、前記測定部、前記攪拌部及び前記液体注入部を制御する制御部とを備える測定装置であって、前記測定室は、内壁が互いに対向する底面及び天面を含み、且つ、前記天面が光を透過する低天面と、前記低天面の周囲に位置し、前記底面に対して前記低天面よりも高い位置に配置された高天面とを有し、前記制御部は、前記液体注入部が、液面が前記低天面よりも低い位置となるように前記測定室に液体を注入する第1液体注入モードと、前記攪拌部が前記測定容器を攪拌動作させる攪拌モードと、前記第1液体注入モードにより液体が注入された測定室に、液面が前記低天面よりも高い位置となるように液体を注入する第2液体注入モードと、前記測定部が前記測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する第1測定モードとを実行させることを特徴とする。

10

## 【0017】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る測定方法は、液体を収容する1つ又は複数の測定室を備え、前記測定室は、内壁が互いに対向する底面及び天面を含み、且つ、前記天面が光を透過する低天面と、前記低天面の周囲に位置し、前記底面に対して前記低天面よりも高い位置に配置された高天面とを有する測定容器を用いた測定方法であって、前記測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する測定工程と、前記測定容器を攪拌動作させる攪拌工程と、前記測定室に前記液体を注入する液体注入工程と、前記測定工程、前記攪拌工程及び前記液体注入工程を制御する制御工程とを含み、前記制御工程は、前記液体注入工程において、液面が前記低天面よりも低い位置となるように前記測定室に液体を注入する第1液体注入モードと、前記攪拌工程において、前記測定容器を攪拌動作させる攪拌モードと、前記第1液体注入モードにより液体が注入された測定室に、液面が前記低天面よりも高い位置となるように液体を注入する第2液体注入モードと、前記測定工程において、前記測定室及び該測定室に収容された液体を透過した光を測定する第1測定モードとを、この順に実行することを特徴とする。

20

## 【発明の効果】

## 【0018】

本発明の一態様によれば、測定試料中に気泡が存在したとしても、精度の良い測定を行うことができる測定装置及び測定方法を提供するという効果を奏する。さらに、測定液を効率的に攪拌することにより、測定精度を向上させることができる測定装置及び測定方法を提供するという効果を奏する。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0019】

【図1】本発明の実施形態1に係る測定装置の制御系を示す概略図である。

【図2】上記測定装置の構成を示す斜視図である。

【図3】上記測定装置の測定容器の概略構成を模式的に示すものであり、(a)は測定容器を上方から見た正面図であり、(b)は(a)のA-A'矢視断面図である。

40

【図4】上記測定容器の分析セルの概略構成を模式的に示すものであり、(a)は分析セルを上方から見た正面図であり、(b)は(a)のB-B'矢視断面図である。

【図5】上記分析セルの測定液と試薬とを混合・攪拌した後の様子を示すものであり、(a)は分析セルを上方から見た正面図であり、(b)は(a)のC-C'矢視断面図である。

【図6】上記測定装置を用いた測定の手順を示すフローチャートである。

【図7】上記測定容器の測定室に測定液が注入される様子を示すものであり、(a)は、第1液体注入工程前の測定室の断面図であり、(b)は第1液体注入工程後の測定室の断面図であり、(c)は第1攪拌工程後の測定室の断面図であり、(d)は第2液体注入工程後の測定室14の断面図である。

50

【図 8】本発明の実施形態 2 に係る測定装置の制御系を示す概略図である。  
 【図 9】上記測定装置を用いた測定の手順を示すフローチャートである。  
 【図 10】本発明の実施形態 3 に係る測定装置の制御系を示す概略図である。  
 【図 11】上記測定装置を用いた測定の手順を示すフローチャートである。  
 【図 12】本発明の実施形態 4 に係る測定装置の制御系を示す概略図である。  
 【図 13】上記測定装置を用いた測定の手順を示すフローチャートである。  
 【図 14】本発明の実施形態 5 に係る測定装置の制御系を示す概略図である。  
 【図 15】上記測定装置を用いた測定の手順を示すフローチャートである。  
 【図 16】従来の測定容器の構成を示す平面図である。  
 【発明を実施するための形態】

10

【0020】

〔実施形態 1〕

以下、本発明の実施形態 1 における測定装置 1 A について、図 1 ~ 図 7 に基づいて説明する。

【0021】

(測定装置 1 A の構成)

本実施形態における測定装置 1 A の構成について、図 2 及び図 3 を参照しながら説明する。図 2 は、本実施形態における測定装置 1 A の構成を示す斜視図である。図 3 は、測定容器 10 の概略を模式的に示すものであり、(a) は測定容器 10 を上方から見た正面図であり、(b) は(a)の A - A' 矢視断面図である。

20

【0022】

測定装置 1 A は、回転軸 19 を中心に測定容器 10 を回転させることで、測定容器 10 内の液体を攪拌および混合するものである。さらに、測定装置 1 A は、測定容器 10 内の液体の光学特性を測定し、液体中の成分を分析する機能も有する。

【0023】

測定装置 1 A は、図 2 に示すように、測定容器 10 と、テーブル 22 と、駆動機構 23 (攪拌部)、液体注入装置 24 A (液体注入部) と、光学測定機構 25 (測定部) とを備えている。また、図 2 には示さないが、測定装置 1 A は、制御部 30 A (図 1 参照) も備えている。

【0024】

測定容器 10 は、図 3 の (a) (b) に示すように、6 つの分析セル 11 から構成されている。6 つの分析セル 11 は、仮想的な回転軸 19 を中心とする扇形に形成されており、測定容器 10 は全体として円盤状の構造となっている。各分析セル 11 は、液体注入口 13 と測定室 14 とを備えており、液体注入口 13 から注入された液体を測定室 14 に収容できるようになっている。測定容器 10 の詳細については、後述する。

30

【0025】

以下の説明では、便宜上、液体注入口 13 が形成される側を上方 (上面または天面)、その逆側 (測定容器 10 の裏側) を下方 (下面または底面) とする。測定容器 10 に対して、重力は上方から下方に向かって作用するものとする。

【0026】

テーブル 22 は、測定容器 10 を載置するためのものである。テーブル 22 は、駆動機構 23 の頭頂部に配置されることで支持されている。テーブル 22 の表面には、いわゆる D カットされた円柱状の回転軸部材と、測定容器 10 を固定するためのストッパおよび爪などが配置されている。測定容器 10 の中心部が、テーブル 22 の上記回転軸部材に挿入される。上記回転軸部材は、測定容器 10 の回転軸 19 と同軸に配置される。テーブル 22 には、測定容器 10 が表面にセットされた状態で各測定室 14 の下方に位置する領域に開口部が形成されている。

40

【0027】

駆動機構 23 は、制御部 30 A (図 1 参照) からの指示により、テーブル 22 を回転駆動する。これにより、測定容器 10 が回転軸 19 を中心として回転する。一例として、駆

50

動機構 23 は、パルス制御可能なステッピングモーターから構成することができる。

【0028】

液体注入装置 24 A は、測定容器 10 に液体を注入するためのものである。液体注入装置 24 A は、測定対象である 1 または複数の測定成分を含む測定液を収容する測定液収容容器（不図示）を備えている。測定液収容容器には、測定を開始する前に測定液が収容される。液体注入装置 24 A は、制御部 30 A からの指示により、測定液を測定容器 10 に注入する。具体的には、液体注入装置 24 A は、各分析セル 11 の液体注入口 13 から測定室 14 に測定液を注入する。

【0029】

液体注入装置 24 A は、各分析セル 11 の液体注入口 13 に順次個別に測定液を注入してもよいし、すべての分析セル 11 の液体注入口 13 に同時に測定液を注入してもよい。

10

【0030】

なお、液体注入装置 24 を用いて注入される測定液は、測定装置 1 A で測定するために予め抽出するなどして調製したものであってもよく、採取した液体サンプルを調製せずにそのまま利用するものであってもよい。

【0031】

光学測定機構 25 は、測定容器 10 の測定室 14 内の測定液の光学特性を測定し、測定液中の測定成分を分析するものである。一例として、光学測定機構 25 は、吸光光度法により測定液中の測定成分を測定する。光学測定機構 25 は、発光部 25 a と、受光部 25 b とを備えている。測定容器 10 は、発光部 25 a と受光部 25 b との間に配置され、発光部 25 a が測定容器 10 の上方に、受光部 25 b が測定容器 10 の下方に配されている。

20

【0032】

発光部 25 a は、制御部 30 A からの指示により、回転駆動されるテーブル 22 にセットされた測定容器 10 の各分析セル 11 のうち何れかに光を照射するものである。発光部 25 a は、回転駆動されるテーブル 22 にセットされた測定容器 10 の各分析セル 11 のうち何れかの上方に位置するように配置されている。そして、発光部 25 a は、下方に配置された分析セル 11 の上面の天面側測定窓 16 a（詳しくは、後述する）に光を照射する。

【0033】

受光部 25 b は、発光部 25 a から天面側測定窓 16 a に照射され、分析セル 11 および測定液を透過し、分析セル 11 の下面の底面側測定窓 16 b（図 4 参照。詳しくは、後述する）から出射された光を受光し、当該受光した光の透過量を測定する。受光部 25 b は、測定した光の透過量を、スペクトルデータとして制御部 30 A に出力する。

30

【0034】

制御部 30 A は、受光部 25 b から出力されたスペクトルデータを基に、分析セル 11 内の測定液の吸光度を算出し、測定液中の成分濃度を算出する。

【0035】

（測定容器 10 の構成）

次に、測定容器 10 の構成について、図 3 に基づいて説明する。

40

【0036】

図 3 の (a) に示すように、測定容器 10 は、仮想的な線を表す回転軸 19 を中心として、上述した測定装置 1 A の駆動機構 23（図 2 参照）により回転駆動されるものである。各分析セル 11 は、図中破線で示すように区画化されており、互いに連通していない。なお、本実施形態では、6 つの分析セル 11 が形成されているが、分析セル 11 の数は限定されるものではない。つまり、分析セル 11 の数は、1 つであっても、複数であってもよい。

【0037】

各分析セル 11 の上面には、液体注入口 13 と天面側測定窓 16 a とが形成されている。測定容器 10 では、液体注入口 13 が内周側に、天面側測定窓 16 a が外周側に形成さ

50

れている。すべての液体注入口13は、回転軸19を中心とする第1の円周上(同一円周上)に形成されている。同様に、すべての天面側測定窓16aは、測定容器10の外縁に沿って、回転軸19を中心とする第2の円周上(同一円周上)に形成されている。分析セル11の詳細は後述する。

【0038】

なお、測定容器10(分析セル11)を構成する材料は特に限定されるものではない。測定容器10を安価な構成とするためには、全体が透明性の高い合成樹脂から作製されていることが好ましい。本実施形態においては、測定容器10は、全体が透明性の高いポリスチレンで作製されている。

【0039】

測定容器10の断面は、図3の(b)に示すように、ハット形状となっており、ハット形状の頭部からフランジ部に亘って空間が形成されている。これにより、分析セル11が容器形状となっている。具体的には、分析セル11内の空間は、上記頭部に対応する分析セル11の上面に形成された液体注入口13、上記フランジ部に形成された測定室14、及び液体注入口13と測定室14とを接続する流路15から形成されている。

【0040】

各測定室14内には、測定液に含まれる複数の成分のうちの所定の成分と反応する試薬40が封入されている。流路15には、液体注入口13から外周方向の測定室14に向かって下がる傾斜面15aが形成されている。このように、測定容器10は、回転軸19の周りに複数の液体注入口13が形成され、各液体注入口13の外周側に流路15を通して連通する測定室14が形成された構成となっている。

【0041】

6つの測定室14は、回転軸19に垂直な1つの平面において、回転軸19を中心とする同一円周上に配置されている。

【0042】

なお、測定容器10の断面の形状はハット形状に限定されるものではなく、例えば、円柱形状等、他の形状であってもよい。

【0043】

次に、分析セル11の構造の詳細について、図4に基づいて説明する。図4は、分析セル11の概略を模式的に示すものであり、(a)は分析セル11を上方から見た正面図であり、(b)は(a)のB-B'矢視断面図である。

【0044】

図4の(a)に示すように、液体注入口13は、測定室14に、測定液を導入するための開口部である。液体注入口13は、液体注入口13と測定室14とを連通する流路15に接続されており、液体注入口13に導入された測定液は流路15を介して測定室14に導入される。

【0045】

測定室14は、測定液を収容し、測定液を透過した光の透過量を測定するための空間である。各測定室14内には、測定液に含まれる所定の測定成分と反応する試薬40が封入されている。例えば、各測定室14内の試薬40は、各分析セル11で測定したい測定成分に対して呈色反応を示す試薬である。試薬40は、測定成分に応じて任意に設定すればよく、特に限定されるものではない。例えば、土壌分析においてMg成分の濃度を測定したい場合の試薬40として、「キシリジルブルー+Triton X-100+トリエタノールアミン+硫酸ナトリウム+GEDTA+テトラエチレンペンタミン+リン酸水素2ナトリウム+水酸化ナトリウム溶液」混合溶液等を挙げることができる。測定液の他の測定成分について測定する場合は、その測定成分に対応する市販の試薬40、または、開発した試薬40を用いることができる。なお、試薬40は、粉体などの固体でもよいし、液体でもよい。

【0046】

測定室14の内壁は、図4の(b)に示すように、互いに対向する天面17と底面18

10

20

30

40

50

とを含んでいる。

【0047】

さらに、測定室14の天面17は、高天面17aと低天面17bとから構成されている。高天面17aは、低天面17bよりも上方に位置している。つまり、高天面17aと低天面17bとの間には段差が設けられている。低天面17bは、測定室14の天面17のうち、円周方向の中央部に設けられており、高天面17aは、低天面17bの円周方向の両側に設けられている。

【0048】

天面17の低天面17bには、天面側測定窓16aが設けられている。また、測定室14の底面18には、底面側測定窓16bが設けられている。天面17には段差が形成されており、測定室14の天面17は、光透過部である天面側測定窓16aの部分がその周囲よりも掘り下がった形状になっている。つまり、底面18からの高さが相対的に低い低天面17bの周辺に、底面18からの高さが低天面17bよりも高い高天面17aが形成されている。天面側測定窓16aと底面側測定窓16bとは、上方(または下方)から見ると、互いに重なるように設けられている。測定室14の天面側測定窓16a及び底面側測定窓16bは、測定容器10の外縁に沿って、回転軸19を中心とする同一円周上(第2の円周上)に形成されている(図3参照)。

【0049】

測定容器10は、天面側測定窓16aから底面側測定窓16bへ透過した光に基づいて測定液を分析するために設けられる。このため、少なくとも天面側測定窓16a及び底面側測定窓16bが、シリコン、ガラス、ポリカーボネート、アクリル等の透明材から作製されていけばよい。なお、上述のように、本実施形態では測定容器10の全体が透明性の高いポリスチレンで作製されている。このように、測定容器10が光透過性材料(特に透明材料)から形成されている場合、天面側測定窓16a及び底面側測定窓16bを別途設ける必要はなく、天面側測定窓16a及び底面側測定窓16bが測定容器10と一体となっている。

【0050】

流路15は、一端が液体注入口13に、他端が測定室14に接続されている。流路15には、液体注入口13から外周方向の測定室14に向かって下がる傾斜面15aが形成されている。傾斜面15aは、液体注入口13から測定室14の底面18まで形成されている。すなわち、傾斜面15aの高さは、液体注入口13から、測定室14が形成される分析セル11の外周方向に向かって、次第に低くなっている。これにより、液体注入口13から導入された測定液を、液体注入口13の直下付近に溜まることなく、スムーズに傾斜面15aに沿って測定室14に導くことができるようになっている。さらに、後述する測定容器10の回転の遠心力によって測定液と、試薬40とを混合する際に、測定液が、測定室14から液体注入口13へと逆流することを防ぎ、測定液が測定容器10の外部へ飛散することを防ぐことができるようになっている。

【0051】

(測定試料に発生する気泡対策)

次に、測定試料に発生する気泡対策について、図5に基づいて説明する。図5は、測定液と試薬40(図3参照)とを混合・攪拌した後の、測定室14の状態を模式的に示す図であり、(a)は分析セル11を上方からみた正面図であり、(b)は(a)のC-C'矢視断面図である。

【0052】

本実施形態の測定装置1Aにおいて、測定試料L1は、測定室14内で測定液と試薬40とを混合・攪拌させて得られる。測定装置1Aは、測定試料L1の光学特性を測定することによって、測定液中の成分濃度を算出する。

【0053】

測定液と試薬40とを混合するにあたって、測定液と試薬40との反応によって気体が発生すると、測定室14中に気泡Bが発生する。或いは、測定容器10を回転させて測定

10

20

30

40

50

液と試薬40とを混合・攪拌する際にも、測定試料L1内部に気泡Bが発生してしまう。

【0054】

しかし、測定室14中に気泡Bが存在する状態で、光学測定を行うと、気泡Bに起因する光の散乱・反射が起こり、測定精度が低下するという問題が生じる場合がある。特に、図5の(b)に示す天面側測定窓16a及び底面側測定窓16b(底面18)との間の測定空間Sに気泡Bが存在すると、測定精度が著しく低下してしまう。つまり、天面側測定窓16a(低天面17b)への気泡Bの噛み込みは、測定精度の低下を招来する。

【0055】

この問題を解決するために、本実施形態の測定装置1Aでは、測定室14の天面17が、光を透過する低天面17bと、低天面17bの周辺部に位置すると共に、測定室14の底面18に対して低天面17bよりも高い位置に配置されている高天面17aとを有する。これにより、図5の(b)に示すように、液面が高天面17aよりも高い状態では、測定室14中に気泡Bが発生しても、発生した気泡Bは、高天面17aと測定試料L1の液面との間に形成される空間に容易にトラップされる。その結果、低天面17bと底面18との間の空間(天面側測定窓16aと底面側測定窓16bとの間の測定空間S)への気泡Bの噛み込みが低減される。したがって、低天面17bに光を透過させて測定試料L1の光学特性を測定する際に、気泡Bの存在による測定精度の低下を防ぐことができる。それゆえ、精度の良い測定を行うことができる測定装置1Aを提供することができる。

【0056】

また、測定容器10は、6つの分析セル11から構成されているため、1つの測定容器10で同時に複数の成分の濃度を測定することができる。これにより、測定時間を短縮することができる。

【0057】

(試薬40の溶け残り対策および測定試料L1の攪拌不足対策)

次に、測定試料L1の攪拌について、図5に基づいて説明する。上述のように、測定装置1Aにおいて、測定試料L1は、測定室14内で測定液と試薬40(図3参照)とを混合・攪拌させて得られる。

【0058】

しかし、試薬40の種類によっては、測定液に溶解しにくいものもある。例えば、測定液が土壌抽出液であり、試薬40が土壌抽出液中のカリウム濃度の算出用の試薬である場合、その試薬40は土壌抽出液に溶解しにくい。また、試薬40の粘性が高い場合、または、測定液と試薬40との組み合わせが適さない場合も、試薬40が測定液に溶解しにくい。このような場合には、溶け残った試薬40が、測定室14の内壁に付着する。測定試料L1の光学特性を測定するときに、溶け残った試薬40が測定室14の内壁に付着していると、溶け残った試薬40が測定液と反応しない。このため、測定精度の低下を招来する。また、測定液が十分攪拌されておらず、測定試料L1中に測定成分が均一に分散していない場合も、測定精度の低下を招来する。

【0059】

ここで、回転軸19を中心に測定容器10を回転させれば、測定試料L1が測定室14内部を移動する。特に、測定試料L1の液面近傍では、測定試料L1が波打つように移動するため、測定試料L1の移動量が大きくなる。このため、測定室14内部の混合・攪拌が促進され、溶け残った試薬40をある程度溶解させたり、測定成分を均一に分散させたりすることができる。

【0060】

しかし、測定室14の天面には、底面18からの高さが相対的に低い低天面17bの周辺に、底面18からの高さが低天面17bよりも高い高天面17aが形成されている。また、図5の(b)に示すように、測定試料L1の液面が、低天面17bよりも高い位置にある。このような状態では、測定容器10を回転させて測定試料L1を攪拌しても、測定試料L1が波打つように図中の左右に移動する動きが、高天面17aと低天面17bとの間に存在する段差によって妨げられる。その結果、攪拌効率が低下するため、攪拌動作に

10

20

30

40

50

よって溶け残った試薬 40 を溶解させたり、測定成分を均一に分散させたりすることが困難になる。

【0061】

そこで、本実施形態の測定装置 1A では、制御部 30A が、駆動機構 23、液体注入装置 24A、及び光学測定機構 25 を制御して、以下の 4 つの工程を実行させるようになっている。

(1) 液面が低天面 17b よりも低い位置となるように測定室 14 に測定液を注入する第 1 液体注入工程 (第 1 液体注入モード)。

(2) 測定容器 10 を攪拌動作させる攪拌工程 (攪拌モード)。

(3) 第 1 液体注入工程により測定液が注入された測定室 14 に、液面が低天面 17b よりも高い位置となるように測定液を注入する第 2 液体注入工程 (第 2 液体注入モード)。

(4) 測定室 14 及び該測定室 14 に収容された測定試料 L1 を透過した光を測定する第 1 測定工程 (第 1 測定モード)。

【0062】

このように、測定装置 1A では、第 1 液体注入工程によって注入された測定液の液面は低天面 17b よりも低い位置となっている。これにより、第 1 液体注入工程に続いて攪拌工程を行なうと、測定液の動きが、高天面 17a と低天面 17b との間に存在する段差によって妨げられることなく、波打つように測定室 14 の内部を自由に移動することができる。その結果、測定室 14 内部での測定液の移動量が大きくなるため、攪拌効率が向上する。したがって、攪拌工程によって試薬 40 の溶け残りを抑制し、測定液中に試薬 40 を溶解させることができると共に、測定液中の測定成分を均一に分散させることができる。それゆえ、測定装置 1A の測定精度を向上させることができる。

【0063】

以下、測定装置 1A の制御系の処理の詳細について説明する。

【0064】

(測定装置 1A の制御系の処理)

図 1 は、測定装置 1A の制御系を示す概略図である。図 1 に示すように、測定装置 1A は、制御部 30A を備えている。制御部 30A は、駆動機構 23、液体注入装置 24A、及び光学測定機構 25 の動作を制御し、上述した各工程を実行させる。

【0065】

具体的には、第 1 液体注入工程および第 2 液体注入工程では、液体注入装置 24A が、制御部 30A からの指示により、液体注入口 13 を介して、測定容器 10 の各分析セル 11 の測定室 14 に測定液を注入する。

【0066】

攪拌工程では、駆動機構 23 が、制御部 30A からの指示により、テーブル 22 を回転駆動する。これにより、測定容器 10 が回転軸 19 を回転中心として回転する。また、駆動機構 23 は、測定容器 10 を回転軸 19 の周りに加減速させながら回転させる。

【0067】

なお、攪拌工程における攪拌の態様は、例えば、(a) 測定容器 10 が回転軸 19 の周りの一方向に一定速度で回転して攪拌する態様、(b) 加速、減速を伴って回転して攪拌する態様、(c) 一方向と逆方向とに交互に回転して攪拌する態様、(d) 測定容器 10 を回転させずに左右に往復運動させる態様などが挙げられる。

【0068】

第 1 測定工程では、光学測定機構 25 の発光部 25a が、制御部 30A からの指示により、測定容器 10 の測定室 14 へ光を照射する。受光部 25b は、発光部 25a から天面側測定窓 16a に照射され、測定室 14 を透過し、測定室 14 の底面側測定窓 16b から出射された光を受光し、当該受光した光の透過量を測定する。受光部 25b は、測定した光の透過量を、スペクトルデータとして、制御部 30A に出力する。制御部 30A は、受光部 25b から出力されたスペクトルデータを基に、測定室 14 内の測定試料 L1 の吸光度を算出し、測定室 14 内の測定試料 L1 の成分の測定結果を得る。

## 【 0 0 6 9 】

また、図 1 に示すように、本実施形態の測定装置 1 A では、制御部 3 0 A は、第 1 液体注入量制御部 3 1 と第 2 液体注入量制御部 3 2 とを備えている。第 1 液体注入量制御部 3 1 は、第 1 液体注入工程で測定室 1 4 に注入する測定液の量（第 1 液体注入量）を制御する。第 2 液体注入量制御部 3 2 は、第 2 液体注入工程で測定室 1 4 に注入する測定液の量（第 2 液体注入量）を制御する。

## 【 0 0 7 0 】

より詳細には、第 1 液体注入量制御部 3 1 は、第 1 液体注入量記憶部 3 1 a を備えており、第 2 液体注入量制御部 3 2 は、第 2 液体注入量記憶部 3 2 a を備えている。第 1 液体注入量記憶部 3 1 a は、第 1 液体注入工程で測定室 1 4 に注入する液体の量を記憶している。第 2 液体注入量記憶部 3 2 a は、第 2 液体注入工程で測定室 1 4 に注入する液体の量を記憶している。

10

## 【 0 0 7 1 】

第 1 液体注入量制御部 3 1 は、第 1 液体注入工程において、第 1 液体注入量記憶部 3 1 a が記憶している量の測定液を、測定室 1 4 に注入するように、液体注入装置 2 4 A に指示を出す。第 2 液体注入量制御部 3 2 は、第 2 液体注入工程において、第 2 液体注入量記憶部 3 2 a が記憶している量の測定液を、測定室 1 4 に注入するように、液体注入装置 2 4 A に指示を出す。

## 【 0 0 7 2 】

（測定装置 1 A の測定方法）

20

次に、測定装置 1 A を用いた測定方法について、図 6 および図 7 を参照しながら説明する。図 6 は、測定装置 1 A を用いた測定の手順を示すフローチャートである。図 7 は、測定装置 1 A を用いた測定における、測定容器 1 0 の測定室 1 4 に測定液が注入される様子を示すものであり、( a ) は第 1 液体注入工程前の測定室 1 4 の断面図であり、( b ) は第 1 液体注入工程後の測定室 1 4 の断面図であり、( c ) は後述する第 1 攪拌工程後の測定室 1 4 の断面図であり、( d ) は第 2 液体注入工程後の測定室 1 4 の断面図である。

## 【 0 0 7 3 】

図 6 に示すように、まず、制御部 3 0 A の第 1 液体注入量制御部 3 1 からの指示により、液体注入装置 2 4 A は、第 1 液体注入量記憶部 3 1 a が記憶している量の測定液を測定容器 1 0 の測定室 1 4 に注入する（S 1、第 1 液体注入工程）。

30

## 【 0 0 7 4 】

ここで、第 1 液体注入工程で注入する測定液の量について、図 7 を参照しながら説明する。

## 【 0 0 7 5 】

図 7 の ( a ) に示すように、測定室 1 4 には予め測定液に含まれる複数の測定成分のうち所定の成分と反応する試薬 4 0 が封入されている。

## 【 0 0 7 6 】

第 1 液体注入工程において、第 1 液体注入量記憶部 3 1 a に記憶されている量の測定液が、測定室 1 4 に注入されると、図 7 の ( b ) に示すように、測定液の液面が低天面 1 7 b よりも低い位置となる。すなわち、第 1 液体注入量記憶部 3 1 a に記憶されている量は、測定液の液面が低天面 1 7 b よりも低い位置となるような量となっている。測定室 1 4 の形状・容量は予めわかっているので、第 1 液体注入量記憶部 3 1 a に、測定液の液面が低天面 1 7 b よりも低い位置となるような量を記憶させておくことができる。

40

## 【 0 0 7 7 】

次に、制御部 3 0 A からの指示により、駆動機構 2 3 は、回転軸 1 9 を中心として測定容器 1 0 を回転させ、測定液と試薬 4 0 とを測定室 1 4 内部で攪拌する（S 2、第 1 攪拌工程（攪拌モード））。

## 【 0 0 7 8 】

図 7 の ( b ) に示すように、第 1 液体注入工程で注入された測定液の液面は低天面 1 7 b よりも低い位置となっている。すなわち、測定液の液面と低天面 1 7 b の間には、測定

50

液が存在しない空間が形成される。これにより、第1攪拌工程時には、測定液の動きが、高天面17aと低天面17bとの間に存在する段差によって妨げられることなく、波打つように測定室14の内部を自由に移動することができる。その結果、測定室14内部での測定液の移動量が大きくなるため、攪拌効率が向上する。したがって、攪拌工程によって試薬40の溶け残りを抑制し、測定液中に試薬40を溶解させることができると共に、測定液中の測定成分を均一に分散させることができる。

**【0079】**

次に、制御部30Aの第2液体注入量制御部32からの指示により、液体注入装置24Aは、第2液体注入量記憶部32aが記憶している量（液面が低天面17bよりも高い位置となる量）の測定液を測定容器10の測定室14に注入する（S3、第2液体注入工程）。

10

**【0080】**

第2液体注入工程で注入する測定液の量は、図7の(d)に示すように、測定液の液面が低天面17bよりも高い位置となる量である。すなわち、第2液体注入量記憶部32aに記憶されている量は、測定液の液面が低天面17bよりも高い位置となるような量である。測定室14の形状・容量は予めわかっているので、第2液体注入量記憶部32aに、測定液の液面が低天面17bよりも高い位置となるような量を記憶させておくことができる。

**【0081】**

次に、制御部30Aからの指示により、駆動機構23は、回転軸19を中心として測定容器10を回転させ、測定液と試薬40とを測定室14内部で攪拌する（S4、第2攪拌工程（攪拌モード））。これにより、測定液に試薬40が測定液に均一に溶解した測定試料L1が得られる。

20

**【0082】**

次に、光学測定機構25を用いて光学測定を行い、測定試料L1を透過した光の透過量を測定する（S5、第1測定工程）。

**【0083】**

第1測定工程では、駆動機構23により回転軸19の周りに回転する測定容器10の測定室14を透過した光の透過量を測定する。具体的には、制御部30Aからの指示により発光部25aから照射された光を、天面側測定窓16a、測定室14、底面側測定窓16bの順に透過させ、透過した光を受光部25bに入射させる。そして、受光部25bは、入射された光を受光し、当該受光した光の透過量のデータを制御部30Aに出力する。

30

**【0084】**

最後に、制御部30Aは、測定成分の濃度を算出する（S6）。具体的には、制御部30Aには、測定成分を含まない測定液（希釈液）と試薬40との混合液を透過した光の透過量のデータが予め記憶されている。制御部30Aは、受光部25bから入力された測定試料L1を透過した光の透過量のデータと、制御部30Aに予め記憶されている希釈液と試薬40との混合液を透過した光の透過量のデータとから、測定試料L1の吸光度を算出する。そして、制御部30Aは、算出した測定試料L1の吸光度から、測定液に含まれる測定成分の濃度を算出する。

40

**【0085】**

以上のように、本実施形態における測定装置1Aでは、測定室14の天面17が、光を透過する低天面17bと、低天面17bの周辺部に位置すると共に、測定室14の底面18に対して低天面17bよりも高い位置に配置されている高天面17aとを有する。そして、第2液体注入工程により測定液が注入された後には、測定液の液面が低天面17bよりも高い位置となるようになっている。

**【0086】**

これにより、測定室14中に気泡Bが発生しても、発生した気泡Bは、高天面17aと測定試料L1の液面との間に形成される空間に容易にトラップされる。その結果、低天面17bと底面18との間の空間への気泡Bの噛み込みが低減される。したがって、低天面

50

17bに光を透過させて測定試料L1の光学特性を測定する際に、気泡Bの存在による測定精度の低下を防ぐことができるようになっている。

【0087】

また、測定装置1Aでは、第1液体注入工程によって注入された測定液の液面は低天面17bよりも低い位置となるようになっている。これにより、第1攪拌工程時に、測定液が測定室14内部を波打つように移動するようになっている。その結果、測定室14内部での測定液の移動量が大きくなるため、攪拌効率が向上する。したがって、攪拌工程によって試薬40の溶解残りを抑制し、測定液中に試薬40を溶解させることができると共に、測定液中の測定成分を均一に分散させることができる。それゆえ、測定装置1Aの測定精度を向上させることができる。

10

【0088】

〔実施形態2〕

本発明の他の実施形態について、図8及び図9に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【0089】

本実施形態における測定装置1Bは、第1液体注入工程において、希釈液を測定容器に注入する点が測定装置1Aと異なる。なお、希釈液は、測定液を希釈するための溶媒であり、例えば水（純水）などである。

【0090】

実施形態1の測定装置1Aを用いた測定では、測定液に含まれる測定成分の濃度を吸光度測定によって算出する際、試薬40と測定液とを混合し、試薬40との混合によって発色した測定試料L1を用いていた。

20

【0091】

しかしながら、試薬40と測定液とを混合した測定試料L1では、測定成分の濃度が高い場合には、発色の度合いが高くなり、吸光度測定を行うことができる範囲を超えてしまうことがある。したがって、そのような場合には、試薬40と測定液とを混合した測定試料L1と、希釈液とを混合することにより、測定試料L1内の測定成分の濃度が低下する。これにより、希釈した測定試料L1の発色の度合いを下げることができ、発色の度合いを吸光度測定が行うことができる範囲にすることができる。

30

【0092】

そこで、本実施形態の測定装置1Bでは、第1液体注入工程で希釈液を注入し、第2液体注入工程で測定液を注入することにより、測定試料内の測定成分の濃度を下げ、発色の度合いを吸光度測定が行うことができる範囲にするようになっている。

【0093】

そのため、本実施形態の測定装置1Bでは、図8に示す液体注入装置24Bの構成が、実施形態1の測定装置1Aの液体注入装置24Aの構成と異なっている。すなわち、液体注入装置24Bは、測定対象である測定液を収容する測定液収容容器（不図示）と、測定液を希釈するための希釈液を収容する希釈液収容容器（不図示）とを備えている。希釈液収容容器には、測定を開始する前に希釈液が注入される。液体注入装置24Bは、制御部30Bからの指示により、測定液収容容器又は希釈液収容容器から、測定液又は希釈液を測定容器に注入する。具体的には、液体注入装置24Bは、各分析セル11の液体注入口13から測定室14に測定液又は希釈液を注入する。

40

【0094】

（測定装置1Bの測定方法）

次に、測定装置1Bを用いた測定方法について、図8および図9を参照しながら説明する。図8は、測定装置1Bの制御系を示す概略図である。図9は、測定装置1Bを用いた測定の手順を示すフローチャートである。図8に示すように、測定装置1Bは、制御部30Bを備えている。

【0095】

50

図9に示すように、まず、制御部30Bの第1液体注入量制御部31からの指示により、液体注入装置24Bは、第1液体注入量記憶部31aが記憶している量（液面が低天面17bよりも低い位置となる量）の希釈液を測定容器10の測定室14に注入する（S11、第1液体注入工程）。

【0096】

次に、制御部30Bからの指示により、駆動機構23は、回転軸19を中心として測定容器10を回転させ、希釈液と試薬40とを測定室14内部で攪拌する。これにより、試薬40を希釈液に溶解させる（S12、第1攪拌工程）。

【0097】

次に、制御部30Bの第2液体注入量制御部32からの指示により、液体注入装置24Bは、第2液体注入量記憶部32aが記憶している量（液面が低天面17bよりも高い位置となる量）の測定液または希釈液を測定容器10の測定室14に注入する（S13、第2液体注入工程）。

【0098】

ここで、第2液体注入工程において、測定室14に注入する液体の種類について説明する。測定装置1Bでは、6つの測定室14（図3参照）のうち、少なくとも1つの測定室14には、希釈液のみを注入する。そして、他の測定室14には、測定液と、第1液体注入工程で測定室14に注入されなかった残りの希釈液とを注入する。これにより、第2液体注入工程において希釈液のみが注入された測定室14には、試薬40と希釈液との混合溶液R1が作製される。また、第2液体注入工程において、測定液が注入された測定室14には、測定液、希釈液、及び試薬40が混合された測定試料L2が作製される。測定試料L2は、希釈液によって希釈されているため、測定試料L2内の測定成分の濃度も希釈されているため、発色の度合いが小さくなっている。その結果、測定液中の測定成分の濃度が高い場合であっても、発色の度合いが吸光度測定を行うことができる範囲となっている。

【0099】

次に、制御部30Bからの指示により、駆動機構23は、回転軸19を中心として測定容器10を回転させる。これにより、第2液体注入工程で測定液を注入した測定室14では、測定液、希釈液、及び試薬40が攪拌され、試薬40が均一に溶解した測定試料L2が作製される。また、第2液体注入工程で希釈液を注入した測定室14内部では、希釈液、及び試薬40が攪拌され、試薬40が均一に溶解した混合溶液R1が作製される（S14、第2攪拌工程）。

【0100】

次に、光学測定機構25を用いて光学測定を行い、測定試料L2及び混合溶液R1を透過した光の透過量を測定する（S15、第1測定工程）。

【0101】

最後に、測定液の測定成分の濃度を算出する（S16）。

【0102】

ここで、実施形態1の測定装置1Aでは、制御部30Aには、測定成分を含まない測定液（希釈液）と試薬40との混合液を透過した光の透過量のデータが予め記憶されていた。そして、制御部30Aは、受光部25bから入力された測定試料L1を透過した光の透過量のデータと、予め制御部30Aに記憶されている希釈液と試薬40との混合液を透過した光の透過量のデータとに基づいて、測定液の成分濃度を算出していた。

【0103】

しかしながら、試薬40は、測定容器10に封入されている間に状態が変化する場合があり、制御部30Aに予め記憶されている希釈液と試薬40との混合液を透過した光の透過量のデータと、実際に希釈液と試薬40との混合液を透過した光の透過量のデータとは異なる可能性がある。その結果、測定液の測定成分の濃度の算出精度が低下する可能性がある。

【0104】

そこで、本実施形態の測定装置 1 B では、実際に希釈液と試薬 4 0 との混合液を透過した光の透過量を測定する。具体的には、上述したように、第 2 液体注入工程において、少なくとも 1 つの測定室 1 4 には、試薬 4 0 と希釈液との混合溶液 R 1 が作製されている。混合溶液 R 1 は測定液の測定成分を含まない。制御部 3 0 B は、光学測定機構 2 5 により、混合溶液 R 1 を透過した光の透過量のデータを取得する。次に、制御部 3 0 B は、光学測定機構 2 5 により、測定試料 L 2 を透過した光の透過量のデータを取得する。そして、制御部 3 0 B は、混合溶液 R 1 を透過した光の透過量のデータと、測定試料 L 2 を透過した光の透過量のデータとに基づいて、測定試料 L 2 の吸光度を算出する。次に、制御部 3 0 B は、算出した測定試料 L 2 の吸光度から、測定試料 L 2 の測定成分の濃度を算出する。そして、制御部 3 0 B は、算出した測定試料 L 2 の測定成分の濃度と、測定試料を作製するために用いた測定液と希釈液の量の比（希釈率）とから、測定液の測定成分の濃度を算出する。

10

**【 0 1 0 5 】**

このように、測定装置 1 B では、第 1 液体注入工程において希釈液を測定室 1 4 に注入し、第 2 液体注入工程において少なくとも 1 つの測定室 1 4 に測定液を注入し、残りの測定室 1 4 に希釈液を注入する。これにより、第 2 液体注入工程において測定液を注入した測定室 1 4 では、測定液、希釈液、及び試薬 4 0 が混合された測定試料 L 2 が作製される。その結果、測定試料 L 2 内の測定成分の濃度が希釈されているため、発色の度合いを小さくすることができる。これにより、測定試料 L 2 の発色の度合いを、吸光度測定を行うことができる範囲とすることができる。

20

**【 0 1 0 6 】**

また、測定装置 1 B では、少なくとも 1 つの測定室において、試薬 4 0 と希釈液との混合溶液 R 1 を作製する。そして、測定試料 L 2 及び混合溶液 R 1 を透過した光の透過量をそれぞれ測定し、得られたそれぞれの透過量に基づいて、測定試料 L 2 の吸光度を算出する。これにより、測定試料 L 2 を透過した光の透過量の測定データと、予め制御部に記憶されている希釈液と試薬 4 0 との混合液を透過した光の透過量のデータとに基づいて測定成分の濃度を算出する場合に比べて、測定精度を向上させることができるようになっている。

**【 0 1 0 7 】****〔 実施形態 3 〕**

本発明の他の実施形態について、図 1 0 及び図 1 1 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

30

**【 0 1 0 8 】**

本実施形態における測定装置 1 C は、第 1 液体注入工程において、希釈液を測定容器に注入した後、光の透過量の測定を行い、該透過量測定の結果に基づいて、第 2 液体注入工程において、測定容器に注入する希釈液と測定液の量を制御する点が他の実施形態の測定装置とは異なる。

**【 0 1 0 9 】****（ 測定装置 1 C の測定方法 ）**

次に、測定装置 1 C を用いた測定方法について、図 1 0 および図 1 1 を参照しながら説明する。図 1 0 は、測定装置 1 C の制御系を示す概略図である。図 1 1 は、測定装置 1 C を用いた測定の手順を示すフローチャートである。図 1 0 に示すように、測定装置 1 C は、制御部 3 0 C を備えている。

40

**【 0 1 1 0 】**

図 1 1 に示すように、まず、制御部 3 0 C の第 1 液体注入量制御部 3 1 からの指示により、液体注入装置 2 4 B は、第 1 液体注入量記憶部 3 1 a が記憶している量（液面が低天面 1 7 b よりも低い位置となる量）の希釈液を測定容器 1 0 の測定室 1 4 に注入する（S 2 1 , 第 1 液体注入工程）。

**【 0 1 1 1 】**

50

次に、制御部30Cからの指示により、駆動機構23は、回転軸19を中心として測定容器10を回転させ、希釈液と試薬40とを測定室14内部で攪拌する。これにより、試薬40を希釈液に溶解させる(S22、第1攪拌工程)。これにより、測定室14に試薬40と希釈液との混合溶液R2が作製される。

【0112】

次に、光学測定機構25を用いて光学測定を行い、混合溶液R2を透過した光の透過量を測定する(S23、第2測定工程(第2測定モード))。

【0113】

光学測定機構25は、第2測定工程によって得られた混合溶液R2を透過した光の透過量の測定データを制御部30Cに記憶する。第2測定工程によって得られた混合溶液R2を透過した光の透過量の測定データは、後述する測定液の測定成分の濃度を算出する際に使用する。詳しくは、後述する。

10

【0114】

次に、制御部30Cの第2液体注入量制御部32からの指示により、液体注入装置24Bは、第2液体注入量記憶部32aが記憶している量(液面が低天面17bよりも高い位置となる量)の測定液及び希釈液を測定容器10の測定室14に注入する(S24、第2液体注入工程)。第2液体注入工程では、測定液と、第1液体注入工程で測定室14に注入されなかった残りの希釈液とを注入する。これにより、測定液、希釈液、及び試薬40が混合された測定試料L2が測定室14に作製される。測定試料L2は、希釈液によって希釈されているため、測定試料L2内の測定成分の濃度が希釈されているため、発色の度合いが小さくなっている。その結果、測定液中の測定成分の濃度が高い場合であっても、発色の度合いが吸光度測定を行うことができる範囲となっている。

20

【0115】

次に、制御部30Cからの指示により、駆動機構23は、回転軸19を中心として測定容器10を回転させる。これにより、測定液、希釈液、及び試薬40が攪拌され、試薬40が均一に溶解した測定試料L2が作製される(S25、第2攪拌工程)。

【0116】

次に、光学測定機構25を用いて光学測定を行い、測定試料L2を透過した光の透過量を測定する(S26、第1測定工程)。

【0117】

最後に、測定液の測定成分の濃度を算出する(S27)。

30

【0118】

ここで、実施形態2の測定装置1Bでは、少なくとも1つの測定室14において、試薬40と希釈液との混合溶液R1を作製していた。混合溶液R1は測定液の測定成分を含まない。そして、測定試料L2及び混合溶液R1を透過した光の透過量をそれぞれ測定し、得られた透過量に基づいて、測定液の測定成分の濃度を算出した。そのため、6つの分析セル11のうち少なくとも1つの分析セル11を、試薬40と希釈液との混合溶液R1を透過した光の透過量を測定するために使用しなくてはならなかった。

【0119】

一方、本実施形態の測定装置1Cでは、第1攪拌工程の後に、第2測定工程を行い、混合溶液R2を透過した光の透過量を測定している。そして、第2測定工程の後に、第2液体注入工程を行い、測定液及び希釈液を測定容器10の測定室14に注入している。これにより、測定液の測定成分の濃度を算出するために分析セル11を使用する必要がないようになっている。以下に、測定液の測定成分の濃度を算出する方法について詳細に説明する。

40

【0120】

測定装置1Cでは、第2測定工程で測定した混合溶液R2透過した光の透過量と、第1測定工程で測定した測定試料L2を透過した光の透過量とに基づいて、測定液の測定成分の濃度を算出する。

【0121】

50

しかし、第1液体注入工程では、混合溶液R2の液面が低天面17bよりも低い位置となるように希釈液を測定室14に注入する。このため、光が第2測定工程で混合溶液R2を透過する距離は、光が第1測定工程で測定試料L2を透過する距離、すなわち測定室14の低天面17bから底面18までの距離よりも短くなっている。そのため、測定液の測定成分の濃度を算出する際に、第2測定工程で測定した混合溶液R2透過した光の透過量をそのまま使用することができない。しかし、第1液体注入工程における希釈液の注入量、及び測定室14の形状・容量は予めわかっているため、第1液体注入工程後の測定室14の底面から混合溶液R2の液面までの距離は予めわかっている。また、測定室14の低天面17bから底面18までの距離は予めわかっている。したがって、第1液体注入工程後の測定室14の底面から混合溶液R2の液面までの距離、及び測定室14の低天面17bから底面18までの距離を用いて、第2測定工程で測定した混合溶液R2を透過した光の透過量を補正することができる。

10

**【0122】**

そして、制御部30Cは、補正した第2測定工程で測定した混合溶液R2を透過した光の透過量と、第1測定工程で測定した測定試料L2を透過した光の透過量とに基づいて、測定試料L2の吸光度を算出する。次に、制御部30Cは、算出した測定試料L2の吸光度から、測定試料L2の測定成分の濃度を算出する。そして、制御部30Cは、算出した測定試料L2の測定成分の濃度と、測定試料を作製するために用いた測定液と希釈液の量の比（希釈率）とから、測定液の測定成分の濃度を算出する。

**【0123】**

20

上述した測定装置1Cを用いた測定液の成分濃度の測定方法は、特に、試薬40を、測定成分を含まない液体（希釈液）で溶解した時に、溶液の色が無色ではない場合に有効になる。例として、測定液中のMgの濃度を測定する場合について説明する。Mgの濃度を測定する際に使用する試薬40は、Mg成分を含まない液体で溶解させると、黄色に変色し、Mg成分を含む液体で溶解させると、赤色に変色する性質を有している。上述したように、測定装置1Cを用いた測定方法では、第2測定工程において、Mgを含まない希釈液（例えば、純水）と、試薬40との混合溶液R2を透過した光の透過量を実際に測定する。そして、該測定結果に基づいて、Mgを含む測定液、希釈液、及び試薬40を混合した測定試料L2の吸光度を算出しているため、正確にMgを含む測定液、希釈液、及び試薬40を混合した測定試料L2の吸光度を算出することができる。この結果、測定液のMg成分の濃度を正確に測定できる。

30

**【0124】**

このように、本実施形態の測定装置1Cでは、第1攪拌工程後に、混合溶液R2を透過した光の透過量を測定する第2測定工程を行う。そして、測定した光の透過量を用いて、測定液の測定成分の濃度を算出する。これにより、測定試料L2を透過した光の透過量の測定データと、予め制御部30Cに記憶されている希釈液と試薬40との混合液を透過した光の透過量のデータとに基づいて測定成分の濃度を算出する場合に比べて、測定精度を向上させることができる。

**【0125】**

また、実施形態2の測定装置1Bでは、試薬40と希釈液との混合溶液R1を作製するために分析セル11を使用していた。しかし、本実施形態の測定装置1Cでは、第1攪拌工程後の混合溶液R2を透過した光の透過量を用いて、測定液の測定成分の濃度を算出する。これにより、試薬40と希釈液との混合溶液R1を作製するために専用の分析セル11を使用する必要がなく、より多くの種類の測定液を分析できるようになっている。

40

**【0126】****〔実施形態4〕**

本発明の他の実施形態について、図12及び図13に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

50

## 【 0 1 2 7 】

試薬 4 0 は、粘性が高い液体である場合がある。このような場合には、第 1 攪拌工程において、すべての試薬 4 0 が希釈液に溶解することができず、溶け残りが発生することがある。また、試薬 4 0 と希釈液との相性によっては、試薬 4 0 が希釈液に溶解しにくい場合がある。このような場合にも、第 1 攪拌工程において、すべての試薬 4 0 が希釈液に溶解することができず、溶け残りが発生することがある。

## 【 0 1 2 8 】

試薬 4 0 の溶け残りが発生すると、第 1 測定工程において光の透過量を測定する際に、光の一部が溶け残った試薬 4 0 に反射されるため、測定精度が低下する可能性がある。

## 【 0 1 2 9 】

そこで、本実施形態における測定装置 1 D は、第 1 攪拌工程後に、すべての試薬 4 0 が希釈液に溶解しているか否かを判定している点が他の実施形態の測定装置とは異なる。

## 【 0 1 3 0 】

測定装置 1 D の制御系について、図 1 2 に基づいて説明する。図 1 2 は、測定装置 1 D の制御系を示す概略図である。

## 【 0 1 3 1 】

図 1 2 に示すように、測定装置 1 D は、制御部 3 0 D を備えている。制御部 3 0 D は、第 3 液体注入力制御部 3 3 及び第 4 液体注入力制御部 3 4 を備えている。第 3 液体注入力制御部 3 3 は、後述する第 3 液体注入工程で注入する液体の量を記憶している。また、第 4 液体注入力制御部 3 4 は、後述する第 4 液体注入工程で注入する液体の量を記憶している。

## 【 0 1 3 2 】

( 測定装置 1 D の測定方法 )

次に、測定装置 1 D を用いた測定方法について、図 1 3 を参照しながら説明する。図 1 3 は、測定装置 1 D を用いた測定の手順を示すフローチャートである。

## 【 0 1 3 3 】

図 1 3 に示すように、まず、制御部 3 0 D の第 1 液体注入力制御部 3 1 からの指示により、液体注入装置 2 4 B は、第 1 液体注入力記憶部 3 1 a が記憶している量 ( 液面が低天面 1 7 b よりも低い位置となる量 ) の希釈液を測定容器 1 0 の測定室 1 4 に注入する ( S 3 1 , 第 1 液体注入工程 ) 。

## 【 0 1 3 4 】

次に、制御部 3 0 C からの指示により、駆動機構 2 3 は、回転軸 1 9 を中心として測定容器 1 0 を回転させ、希釈液と試薬 4 0 とを測定室 1 4 内部で攪拌する。これにより、試薬 4 0 を希釈液に溶解させる ( S 3 2 , 第 1 攪拌工程 ) 。これにより、測定室 1 4 に試薬 4 0 と希釈液との混合溶液 R 2 が作製される。

## 【 0 1 3 5 】

次に、光学測定機構 2 5 を用いて光学測定を行い、混合溶液 R 2 を透過した光の透過量を測定する ( S 3 3 , 第 2 測定工程 ) 。

## 【 0 1 3 6 】

次に、制御部 3 0 D は、すべての試薬 4 0 が希釈液に溶解したか否かを判定する ( S 3 4 ) 。すべての試薬 4 0 が希釈液に溶解したか否かの判定は、以下のようにして行う。すなわち、制御部 3 0 D は、第 1 液体注入力記憶部 3 1 a が記憶している量 ( 液面が低天面 1 7 b よりも低い位置となる量 ) の希釈液に、測定容器 1 0 に封入されている量と同じ量の試薬 4 0 をすべて溶解させた場合の光の透過量を予め記憶している。制御部 3 0 D は、上記予め記憶している光の透過量と、第 2 測定工程で測定した混合溶液 R 2 を透過した光の透過量とを比較することにより、すべての試薬 4 0 が希釈液に溶解したか否かを判定する。

## 【 0 1 3 7 】

制御部 3 0 D がすべての試薬 4 0 が希釈液に溶解したと判定した場合 ( ステップ S 3 4 で Y e s ) 、制御部 3 0 B の第 2 液体注入力制御部 3 2 からの指示により、液体注入装置

10

20

30

40

50

24Bは、第2液体注入量記憶部32aが記憶している量（液面が低天面17bよりも高い位置となる量）の測定液を測定容器10の測定室14に注入する（S35、第2液体注入工程）。これにより、測定液、希釈液、及び試薬40が混合された測定試料L2が測定室14に作製される。

【0138】

次に、制御部30Dからの指示により、駆動機構23は、回転軸19を中心として測定容器10を回転させる。これにより、測定液、希釈液、及び試薬40が攪拌され、試薬40が均一に溶解した測定試料L2が作製される（S36、第2攪拌工程）。

【0139】

次に、光学測定機構25を用いて光学測定を行い、測定試料L2を透過した光の透過量を測定する（S37、第1測定工程）。

10

【0140】

最後に、第1測定工程で測定した測定試料L2を透過した光の透過量を用いて、測定液の測定成分の濃度を算出する（S38）。

【0141】

一方、制御部30Dがすべての試薬40が希釈液に溶解していないと判定した場合（ステップS34でNo）、制御部30Dの第3液体注入量制御部33からの指示により、液体注入装置24Bは、第3液体注入量記憶部33aが記憶している量の測定液を測定容器10の測定室14に注入する（S39、第3液体注入工程）。第3液体注入工程で注入する測定液の量、すなわち第3液体注入量記憶部33aに記憶されている量は、注入後の測定室14に收容される液体の液面が、測定室14の低天面17bよりも少しだけ低い位置となる量である。具体的には、第3液体注入量記憶部33aに記憶されている量は、例えば底面18と注入後の測定室14に收容される液体の液面との距離が、底面18と低天面17bとの距離の9割になるような量である。

20

【0142】

次に、制御部30Dからの指示により、駆動機構23は、回転軸19を中心として測定容器10を回転させる。これにより、測定液、希釈液、及び試薬40が攪拌される（S40、第3攪拌工程）。

【0143】

上述したように、第3液体注入工程で測定液を注入した後では、測定室14に收容される液体の液面が、測定室14の低天面17bよりも少しだけ低い位置となっている。すなわち、測定液の液面と低天面17bの間には、測定液が存在しない空間が形成される。これにより、第3攪拌工程時には、測定液の動きが、高天面17aと低天面17bとの間に存在する段差によって妨げられることなく、波打つように測定室14の内部を自由に移動することができる。その結果、測定室14内部での測定液の移動量が大きくなるため、攪拌効率が向上する。したがって、第3攪拌工程によって試薬40の溶け残りを抑制し、測定液および希釈液中に試薬40を溶解させることができると共に、測定液中の測定成分を均一に分散させることができる。

30

【0144】

次に、制御部30Dの第4液体注入量制御部34からの指示により、液体注入装置24Bは、第4液体注入量記憶部34aが記憶している量の測定液を測定容器10の測定室14に注入する（S41、第4液体注入工程）。第4液体注入工程で注入する測定液の量、すなわち第4液体注入量記憶部34aに記憶されている量は、測定液の液面が低天面17bよりも高い位置となる量である。

40

【0145】

次に、制御部30Dからの指示により、駆動機構23は、回転軸19を中心として測定容器10を回転させる（S42、第4攪拌工程）。これにより、測定室14では、測定液、希釈液、及び試薬40が攪拌され、試薬40が均一に溶解した測定試料L2が作製される。

【0146】

50

次に、光学測定機構 25 を用いて光学測定を行い、測定試料 L2 を透過した光の透過量を測定する (S43、第1測定工程)。

【0147】

最後に、第1測定工程で測定した測定試料 L2 を透過した光の透過量を用いて、測定液の測定成分の濃度を算出する (S44)。

【0148】

このように、本実施形態の測定装置 1D では、第1攪拌工程の後に、第2測定工程を行うことにより、混合溶液 R2 を透過した光の透過量を測定する。そして、制御部 30D は、測定した混合溶液 R2 を透過した光の透過量に基づいて、第1攪拌工程においてすべての試薬 40 が希釈液に溶解したか否かを判定する。そして、第1攪拌工程においてすべての試薬 40 が希釈液に溶解していないと判定すると、制御部 30D は、測定室 14 に収容される液体の液面が、測定室 14 の低天面 17b よりも少しだけ低い位置となるように測定液を測定室 14 に注入する。その後、第3攪拌工程において測定室 14 に収容されている液体と、試薬 40 とを攪拌することにより、試薬 40 を確実に希釈液及び測定液に溶解させることができるようになっている。

10

【0149】

これにより、試薬 40 の溶け残りが発生することを防ぐことができる。したがって、第1測定工程において測定精度が低下することを防ぐことができるようになっている。

【0150】

〔実施形態 5〕

本発明の他の実施形態について、図 14 及び図 15 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

20

【0151】

本実施形態における測定装置 1E は、第1液体注入工程において、測定液を測定容器に注入した後、光の透過量の測定を行い、該透過量測定の結果に基づいて、第2液体注入工程において、測定容器に注入する希釈液と測定液の量を制御する点が他の実施形態の測定装置とは異なる。

【0152】

測定装置 1E の制御系について、図 14 に基づいて説明する。図 14 は、測定装置 1E の制御系を示す概略図である。

30

【0153】

図 14 に示すように、測定装置 1E は、制御部 30E を備えている。制御部 30E は、第2液体注入量制御部 32 を備えている。第2液体注入量制御部 32 は、第2液体注入量算出部 32b を備えている。第2液体注入量制御部 32 は、第2液体注入工程において、第2液体注入量算出部 32b によって算出された量の希釈液を測定室 14 に注入する。詳細については、後述する。

【0154】

(測定装置 1E の測定方法)

次に、測定装置 1E を用いた測定方法について、図 15 を参照しながら説明する。図 15 は、測定装置 1E を用いた測定の手順を示すフローチャートである。

40

【0155】

図 15 に示すように、まず、制御部 30E の第1液体注入量制御部 31 からの指示により、液体注入装置 24B は、第1液体注入量記憶部 31a が記憶している量 (液面が低天面 17b よりも低い位置となる量) の測定液を測定容器 10 の測定室 14 に注入する (S51、第1液体注入工程)。

【0156】

次に、制御部 30E からの指示により、駆動機構 23 は、回転軸 19 を中心として測定容器 10 を回転させ、希釈液と試薬 40 とを測定室 14 内部で攪拌する。これにより、試薬 40 を測定液に溶解させる (S52、第1攪拌工程)。これにより、測定室 14 には、

50

測定液と試薬 40 との混合溶液 R 3 が作製される。

【0157】

次に、光学測定機構 25 を用いて光学測定を行い、混合溶液 R 3 を透過した光の透過量を測定する (S 53、第 2 測定工程)。

【0158】

光学測定機構 25 は、第 2 測定工程によって得られた混合溶液 R 3 を透過した光の透過量の測定データを、制御部 30E に記憶する。第 2 測定工程によって得られた混合溶液 R 3 を透過した光の透過量の測定データは、第 2 液体注入工程において使用する。

【0159】

次に、制御部 30E の第 2 液体注入量制御部 32 からの指示により、液体注入装置 24 B は、第 2 液体注入量算出部 32b が算出した量の希釈液を測定容器 10 の測定室 14 に注入する (S 54、第 2 液体注入工程)。

【0160】

ここで、第 2 液体注入量算出部 32b が、第 2 液体注入工程において測定室 14 に注入する希釈液の量を算出する方法について説明する。光学測定機構 25 を用いて試料を透過した光の透過量を測定し、該測定した透過量から試料の測定成分の濃度を算出する場合、光学測定機構 25 が正確な測定結果を得ることができる成分濃度範囲はある範囲に限られる。そのため、第 1 測定工程において正確な透過量の測定を行うためには、測定する試料に含まれる測定成分の濃度を、正確な測定結果を得ることができる成分濃度範囲に入ることが好ましい。

【0161】

そこで、測定装置 1E では、第 2 液体注入量算出部 32b は、まず、第 2 測定工程において測定した混合溶液 R 3 を透過した光の透過量から混合溶液 R 3 の測定成分の濃度を大まかに算出する。光学測定機構 25 は、混合溶液 R 3 の測定成分の濃度が、正確な測定結果を得ることができる成分濃度範囲でなかったとしても、大まかに混合溶液 R 3 の測定成分の濃度を算出することができる。

【0162】

次に、第 2 液体注入量算出部 32b は、算出した混合溶液 R 3 の測定成分の濃度に基づいて、第 2 液体注入工程で注入する希釈液の量を算出する。そして、液体注入装置 24 B は、第 2 液体注入量算出部 32b が算出した量の希釈液を測定容器 10 の測定室 14 に注入する。これにより、測定室 14 には、測定成分の濃度が、正確な測定結果を得ることができる成分濃度範囲となる量の測定液及び希釈液が注入される。

【0163】

上述した第 2 液体注入量算出部 32b が、第 2 液体注入工程において測定室 14 に注入する希釈液の量を算出する方法について、具体的な例を用いて説明する。ある試薬 40 では、正確な測定結果を得ることができる成分濃度範囲が 1 ~ 5 ppm とする。該範囲以外の濃度では、大まかな濃度の算出を行うことができるが、正確な濃度の算出を行うことができない。ここで、第 2 測定工程において測定した混合溶液 R 3 に含まれる測定成分の濃度が約 8 ppm であったとする。この結果から、第 2 液体注入量算出部 32b は、混合溶液 R 3 を例えば 2 倍に希釈するのに必要な希釈液の量を算出する。そして、液体注入装置 24 B は、第 2 液体注入量制御部 32 からの指示により、第 2 液体注入量算出部 32b が算出した量の希釈液を測定容器 10 の測定室 14 に注入する。これにより、測定成分の濃度を、正確な測定結果を得ることができる成分濃度範囲に収めることができる。

【0164】

次に、制御部 30E からの指示により、駆動機構 23 は、回転軸 19 を中心として測定容器 10 を回転させる。これにより、測定液、希釈液、及び試薬 40 が攪拌され、均一に溶解した測定試料 L 2 が作製される。(S 55、第 2 攪拌工程)。

【0165】

次に、光学測定機構 25 を用いて光学測定を行い、測定試料 L 2 を透過した光の透過量を測定する (S 56、第 1 測定工程)。

10

20

30

40

50

## 【0166】

最後に、測定液の測定成分の濃度を算出する（S57）。上述したように、第2攪拌工程後の測定試料L2の測定成分の濃度は、正確な測定結果を得ることができる成分濃度範囲に入っている。このため、測定液に含まれる測定成分の濃度を正確に算出することができる。

## 【0167】

このように、本実施形態の測定装置1Eでは、第1液体注入工程において、測定液を測定容器に注入し測定液と試薬40との混合溶液R3を作製した後、第2測定工程において混合溶液R3を透過した光の透過量の測定する。そして、該透過量測定の結果に基づいて、第2液体注入工程において、測定容器に注入する希釈液と測定液の量を制御する。これにより、測定成分の濃度を、正確な測定結果を得ることができる成分濃度範囲に収めることができる。したがって、測定液に含まれる測定成分の濃度を正確に算出することができるようになっている。

10

## 【0168】

〔まとめ〕

本発明の態様1に係る測定装置1A～1Eは、液体を収容する1つ又は複数の測定室14を備えた測定容器10と、前記測定室14及び該測定室14に収容された液体を透過した光を測定する測定部（光学測定機構25）と、前記測定容器10を攪拌動作させる攪拌部（駆動機構23）と、前記測定室14に前記液体を注入する液体注入部（液体注入装置24A・24B）と、前記測定部（光学測定機構25）、前記攪拌部（駆動機構23）及び前記液体注入部（液体注入装置24A・24B）を制御する制御部30A～30Bとを備える測定装置であって、前記測定室14は、内壁が互いに対向する底面18及び天面17を含み、且つ、前記天面17が光を透過する低天面17bと、前記低天面17bの周囲に位置し、前記底面18に対して前記低天面17bよりも高い位置に配置された高天面17aとを有し、前記制御部30A～30Eは、前記液体注入部（液体注入装置24A・24B）が、液面が前記低天面17bよりも低い位置となるように前記測定室14に液体を注入する第1液体注入モードと、前記攪拌部（駆動機構23）が前記測定容器10を攪拌動作させる攪拌モードと、前記第1液体注入モードにより液体が注入された測定室14に、液面が前記低天面17bよりも高い位置となるように液体を注入する第2液体注入モードと、前記測定部（光学測定機構25）が前記測定室14及び該測定室14に収容された液体を透過した光を測定する第1測定モードとを実行させることを特徴としている。

20

30

## 【0169】

この特徴によれば、測定室の天面が、光を透過する低天面と、低天面の周辺部に位置すると共に、測定室の底面に対して低天面よりも高い位置に配置されている高天面とを有する。これにより、測定容器内に気泡が発生しても、発生した気泡は、高天面と液体の液面との間に形成される空間に容易にトラップされる。その結果、低天面と底面との間の空間への気泡の噛み込みが低減される。したがって、第1測定モードにおいて、低天面に光を透過させて液体の光学特性を測定する際に、気泡の存在による測定精度の低下を防ぐことができる。それゆえ、精度の良い測定を行うことができる測定容器を提供するという効果を奏する。

40

## 【0170】

また、この特徴によれば、第1液体注入モードにおいて、液面が低天面よりも低い位置となるように液体を測定室に注入する。換言すれば、液体の液面と低天面の間には、液体が存在しない空間が形成される。これにより、攪拌モードにおいて、液体の動きが、高天面と低天面との間に存在する段差によって妨げられることなく、波打つように測定室の内部を自由に移動することができる。その結果、測定室内部での液体の移動量が大きくなるため、攪拌効率が向上する。したがって、攪拌モードによって、液体中に測定成分または他の成分（液体、固体）を溶解させ、測定成分または他の成分を均一に分散させることができる。それゆえ、測定精度を向上させることができる測定装置を提供するという効果を奏する。

50

## 【 0 1 7 1 】

本発明の態様 2 に係る測定装置 1 B ~ 1 E は、上記態様 1 において、前記測定室 1 4 に収容される液体は、測定成分を含む測定液と、該測定液を希釈するための希釈液とを含み、前記第 1 液体注入モードにおいて前記測定室 1 4 に注入される液体は、前記測定液又は希釈液のうち的一方であり、前記第 2 液体注入モードにおいて前記測定室 1 4 に注入される液体は、前記測定液又は前記希釈液のうちの他方であってもよい。

## 【 0 1 7 2 】

上記の構成によれば、第 1 液体注入モードにおいて測定液又は希釈液のうち的一方を測定室に注入し、第 2 液体注入モードにおいて測定液又は希釈液のうちの他方を測定室に注入する。これにより、第 2 液体注入モード後の測定室に、測定液と希釈液との混合溶液を作製することができる。

10

## 【 0 1 7 3 】

本発明の態様 3 に係る測定装置 1 A ~ 1 E は、上記態様 1 または態様 2 において、前記制御部 3 0 A ~ 3 0 E は、前記第 1 液体注入モードにおいて前記測定室 1 4 に注入する液体の量である第 1 液体注入量を制御する第 1 液体注入量制御部 3 1 と、前記第 2 液体注入モードにおいて前記測定室 1 4 に注入する液体の量である第 2 液体注入量を制御する第 2 液体注入量制御部 3 2 とを備える構成であることが好ましい。

## 【 0 1 7 4 】

上記の構成によれば、第 1 液体注入量制御部及び第 2 液体注入量制御部を備えることにより、第 1 液体注入モード及び第 2 液体注入モードで測定室に注入する液体の量を制御することができる。これにより、第 1 液体注入モード及び第 2 液体注入モードで測定室に注入する液体の量を正確、且つ、適切な量にすることができる。

20

## 【 0 1 7 5 】

本発明の態様 4 に係る測定装置 1 A ~ 1 C は、上記態様 3 において、前記第 1 液体注入量制御部 3 1 は、前記第 1 液体注入量を予め記憶している第 1 液体注入量記憶部 3 1 a を備えており、前記第 2 液体注入量制御部 3 2 は、前記第 2 液体注入量を予め記憶している第 2 液体注入量記憶部 3 2 a を備えており、第 1 液体注入量制御部 3 1 は、前記第 1 液体注入モードにおいて、前記第 1 液体注入量記憶部 3 1 a に記憶された第 1 液体注入量の液体を前記測定室 1 4 に注入させ、前記第 2 液体注入量制御部 3 2 は、前記第 2 液体注入モードにおいて、前記第 2 液体注入量記憶部 3 2 a に記憶された第 2 液体注入量の液体を前記測定室 1 4 に注入させる構成であってもよい。

30

## 【 0 1 7 6 】

上記の構成によれば、第 1 液体注入量制御部 3 1 は、第 1 液体注入量記憶部 3 1 a を備えている。これにより、第 1 液体注入モードで測定室に注入する液体の量を正確、且つ、適切な量にすることができる。また、第 2 液体注入量制御部 3 2 は、第 2 液体注入量記憶部 3 2 a を備えている。これにより、第 2 液体注入モードで測定室に注入する液体の量を正確、且つ、適切な量にすることができる。

## 【 0 1 7 7 】

本発明の態様 5 に係る測定装置 1 A ~ 1 E は、上記態様 1 ~ 4 の何れかにおいて、前記測定室 1 4 には試薬 4 0 が予め封入されており、前記測定容器 1 0 を攪拌動作させることにより、前記試薬 4 0 と、前記液体注入部（液体注入装置 2 4 A ・ 2 4 B ）により前記測定室 1 4 に注入された液体とを攪拌する構成であってもよい。

40

## 【 0 1 7 8 】

上記の構成によれば、測定容器を攪拌動作させることにより、試薬と、液体注入部により測定室に注入された液体とを攪拌する。これにより、試薬を液体に溶解させることができる。

## 【 0 1 7 9 】

本発明の態様 6 に係る測定装置 1 C ~ 1 E は、上記態様 5 において、前記制御部 3 0 C ~ 3 0 E は、前記測定部（光学測定機構 2 5 ）が、前記第 1 液体注入モードにより液体が注入された測定室 1 4 及び該測定室 1 4 に収容された液体を透過した光を測定する第 2 測

50

定モードを実行させる構成であってもよい。

【0180】

上記の構成によれば、第2測定モードにおいて、第1液体注入モードにより注入された液体と試薬との混合液を透過した光を測定する。これにより、第1液体注入モードにより注入され、測定室に収容された液体の特性を取得することができる。

【0181】

本発明の態様7に係る測定装置1Eは、上記態様6において、前記測定室14に収容される液体は、測定成分を含む測定液と、該測定液を希釈するための希釈液とを含み、前記第1液体注入モードにおいて前記測定室14に注入される液体は、前記測定液であり、前記第2液体注入モードにおいて前記測定室14に注入される液体は、前記希釈液であり、前記制御部30Eは、前記第2測定モードの測定結果に基づいて、前記第2液体注入モードにおいて前記測定室14に注入する希釈液の量を制御する構成であってもよい。

10

【0182】

上記の構成によれば、第2測定モードにおいて、第1液体注入モードにより注入された液体と試薬との混合液を透過した光を測定する。これにより、第1液体注入モードにより注入された測定液の特性を取得することができる。そして、該測定液の特性に基づいて、第2液体注入モードにおいて測定室に注入する希釈液の量を制御する。これにより、測定液の希釈率を、測定工程モードにおける測定に適した希釈率にすることができる。

【0183】

本発明の態様8に係る測定装置1A～1Eは、上記態様1～7の何れかにおいて、前記制御部30A～30Eは、前記第1液体注入モード、前記攪拌モード、前記第2液体注入モード、及び前記第1測定モードの各モードを、この順に実行させる構成であることが好ましい。

20

【0184】

上記の構成によれば、制御部が、第1液体注入モード、攪拌モード、第2液体注入モード、及び第1測定モードの各モードを、この順に実行させる。これにより、第1液体注入モードで、液面が低天面よりも低い位置となるように液体を測定室に注入する。これにより、攪拌モードにおいて、測定容器内部での液体及び固体、又は液体及び液体の攪拌・溶解を効率的に行うことができる。そして、第2液体注入モードで液面が低天面よりも高い位置となるように液体を測定室に注入する。これにより、測定容器内に気泡が発生しても、発生した気泡は、高天面と液体の液面との間に形成される空間に容易にトラップすることができる。したがって、第1測定モードにおいて、低天面に光を透過させて液体の光学特性を測定する際に、気泡の存在による測定精度の低下を防ぐことができる。

30

【0185】

なお、本発明において、各モードは、制御部の制御によって自動的に実行されてもよいし、モードごとに作業者がスイッチを押して順次マニュアル操作で実行されてもよい。

【0186】

本発明の態様9に係る測定装置1A～1Eは、上記態様1～8の何れかにおいて、前記攪拌部（駆動機構23）は、1つの回転軸19を中心として、前記測定容器10を前記回転軸19の周りに加減速させながら回転させることにより、前記測定容器10を攪拌動作させる構成であることが好ましい。

40

【0187】

上記の構成によれば、測定容器を1つの回転軸の中心として加減速させながら回転させることによって、測定室に収容された液体・試薬を攪拌することができる。

【0188】

本発明の態様10に係る測定装置1A～1Eは、上記態様9において、前記1つ又は複数の測定室14は、複数の測定室14であり、前記複数の測定室14は、前記回転軸19に垂直な1つの平面において、前記回転軸19を中心とする同一円周上に配置されている構成であることが好ましい。

【0189】

50

上記の構成によれば、複数の測定室が、回転軸に垂直な1つの平面において回転軸を中心とする同一円周上に配置されている。これにより、回転軸周りに測定容器を回転させることにより、1つの測定部で複数の測定を行うことが可能になる。

【0190】

本発明の態様11に係る測定方法は、液体を収容する1つ又は複数の測定室14を備え、前記測定室14は、内壁が互いに対向する底面18及び天面17を含み、且つ、前記天面17が光を透過する低天面17bと、前記低天面17bの周囲に位置し、前記底面18に対して前記低天面17bよりも高い位置に配置された高天面17aとを有する測定容器10を用いた測定方法であって、前記測定室14及び該測定室14に収容された液体を透過した光を測定する測定工程と、前記測定容器10を攪拌動作させる攪拌工程と、前記測定室14に前記液体を注入する液体注入工程と、前記測定工程、前記攪拌工程及び前記液体注入工程を制御する制御工程とを含み、前記制御工程は、前記液体注入工程において、液面が前記低天面17bよりも低い位置となるように前記測定室14に液体を注入する第1液体注入モードと、前記攪拌工程において、前記測定容器10を攪拌動作させる攪拌モードと、前記第1液体注入モードにより液体が注入された測定室14に、液面が前記低天面17bよりも高い位置となるように液体を注入する第2液体注入モードと、前記測定工程において、前記測定室14及び該測定室14に収容された液体を透過した光を測定する第1測定モードとを、この順に実行することを特徴としている。

10

【0191】

この特徴によれば、測定室の天面が、光を透過する低天面と、低天面の周辺部に位置すると共に、測定室の底面に対して低天面よりも高い位置に配置されている高天面とを有する測定容器を用いる。これにより、測定容器内に気泡が発生しても、発生した気泡は、高天面と液体の液面との間に形成される空間に容易にトラップされる。その結果、低天面と底面との間の空間への気泡の噛み込みが低減される。したがって、第1測定モードにおいて、低天面に光を透過させて液体の光学特性を測定する際に、気泡の存在による測定精度の低下を防ぐことができる。それゆえ、精度の良い測定を行うことができる測定方法を提供するという効果を奏する。

20

【0192】

また、この特徴によれば、第1液体注入モード、攪拌モード、第2液体注入モード、及び第1測定モードの各モードを、この順に実行させる。これにより、第1液体注入モードで、液面が低天面よりも低い位置となるように液体を測定室に注入する。これにより、攪拌モードにおいて、測定容器内部での液体及び固体、又は液体及び液体の攪拌・溶解を効率的に行うことができる。そして、第2液体注入モードで液面が低天面よりも高い位置となるように液体を測定室に注入する。そして、第1測定モードにおいて、低天面に光を透過させて液体の光学特性を測定する。したがって、測定の対象となる液体を効率的に攪拌することにより、測定精度を向上させることができる測定方法を提供するという効果を奏する。

30

【0193】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

40

【符号の説明】

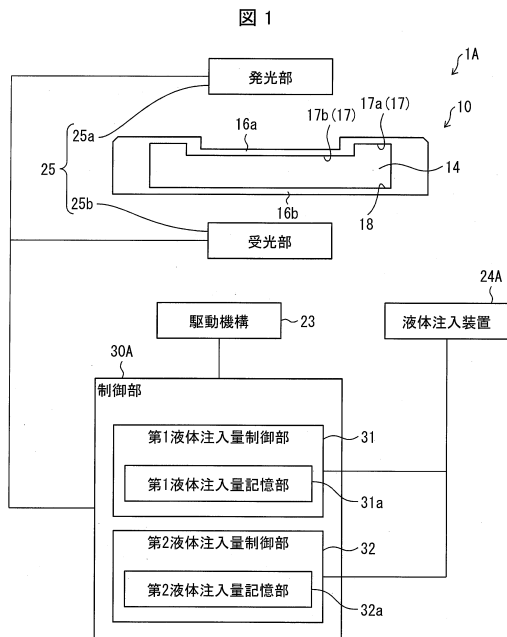
【0194】

1A ~ 1E	測定装置
10	測定容器
14	測定室
17	天面
17a	高天面

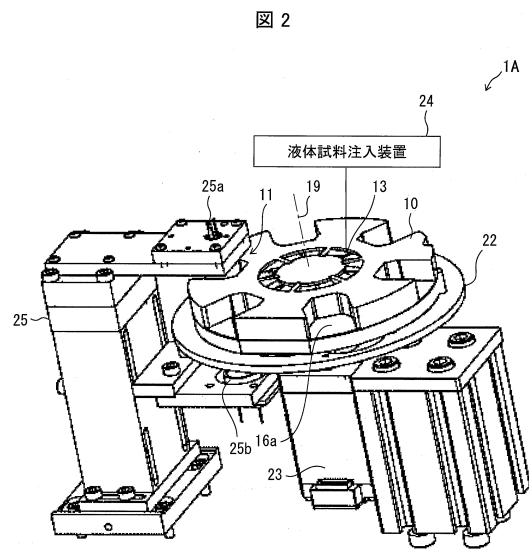
50

- 1 7 b 低天面
- 1 8 底面
- 1 9 回転軸
- 2 3 駆動機構（攪拌部）
- 2 4 A、2 4 B 液体注入装置（液体注入部）
- 2 5 光学測定機構（測定部）
- 3 0 A ~ 3 0 E 制御部
- 3 1 第1液体注入量制御部
- 3 1 a 第1液体注入量記憶部
- 3 2 第2液体注入量制御部
- 3 2 a 第2液体注入量記憶部
- 3 2 b 第2液体注入量算出部
- 4 0 試薬

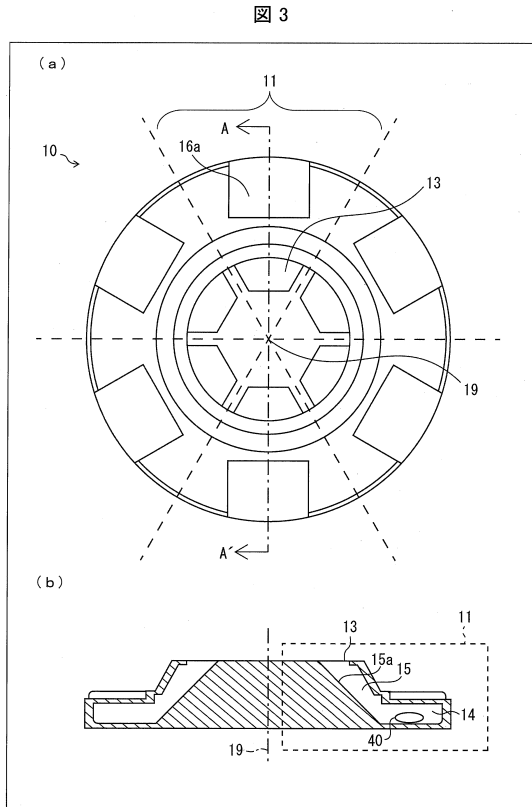
【図1】



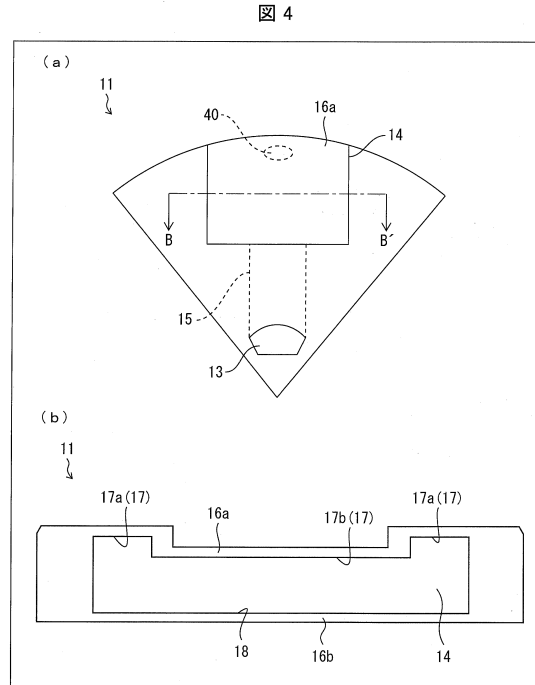
【図2】



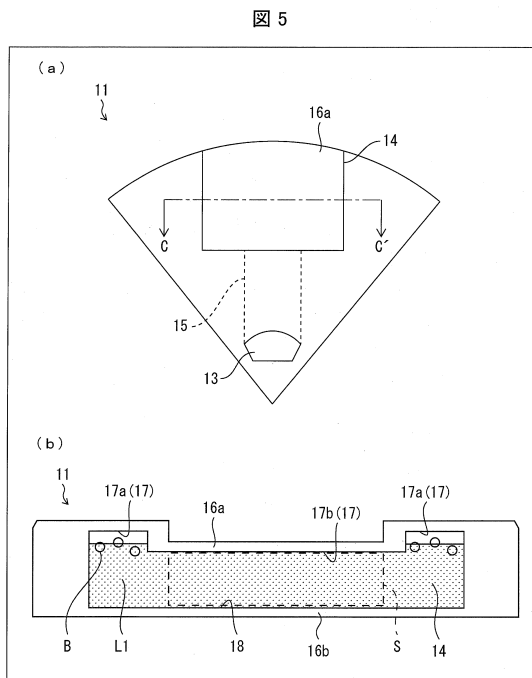
【図3】



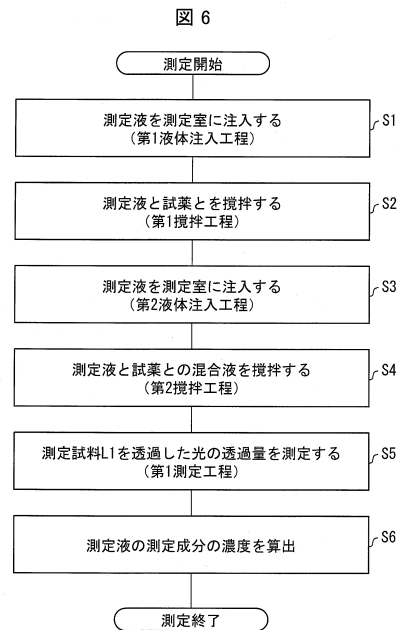
【図4】



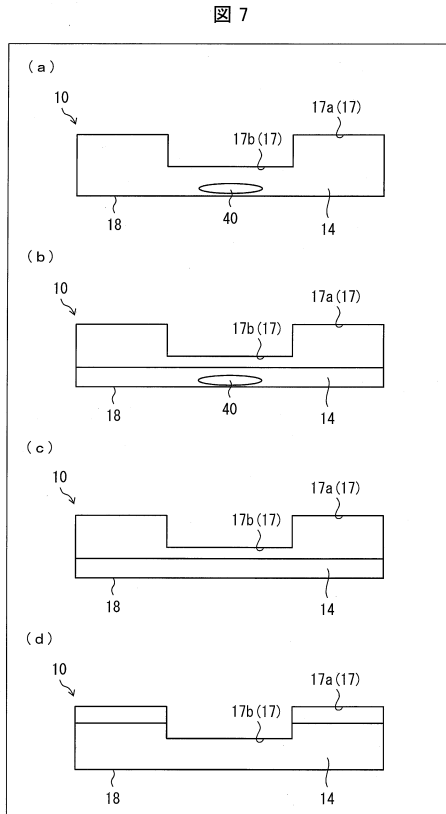
【図5】



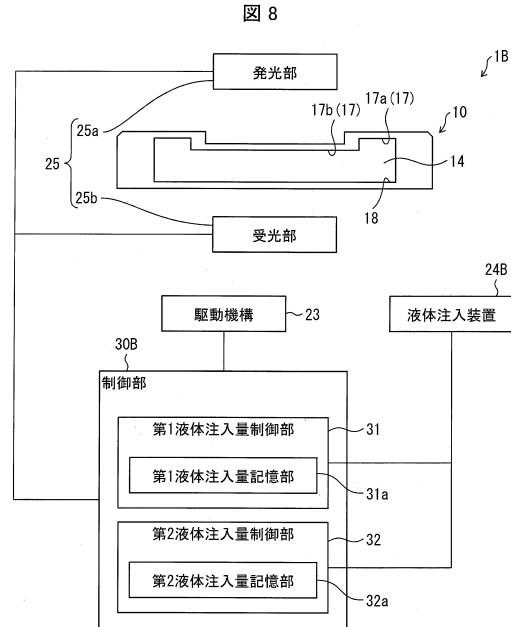
【図6】



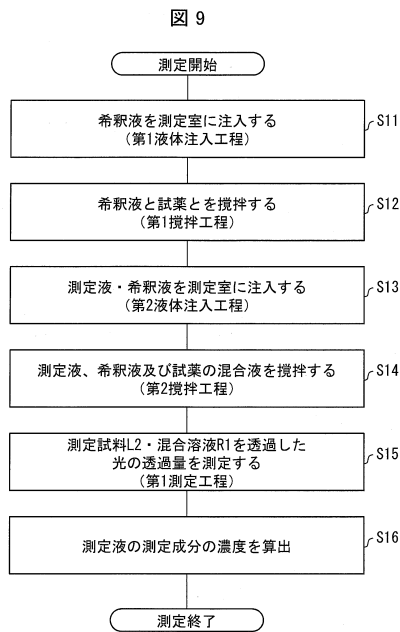
【図7】



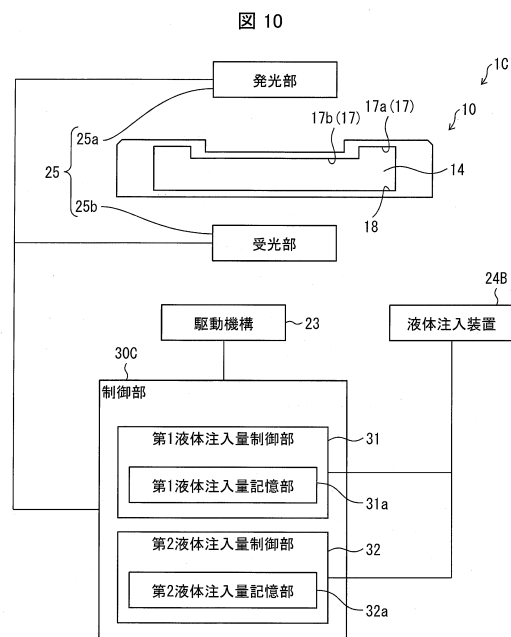
【図8】



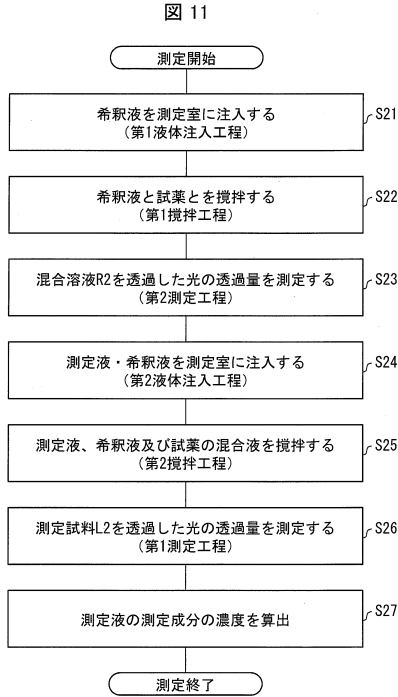
【図9】



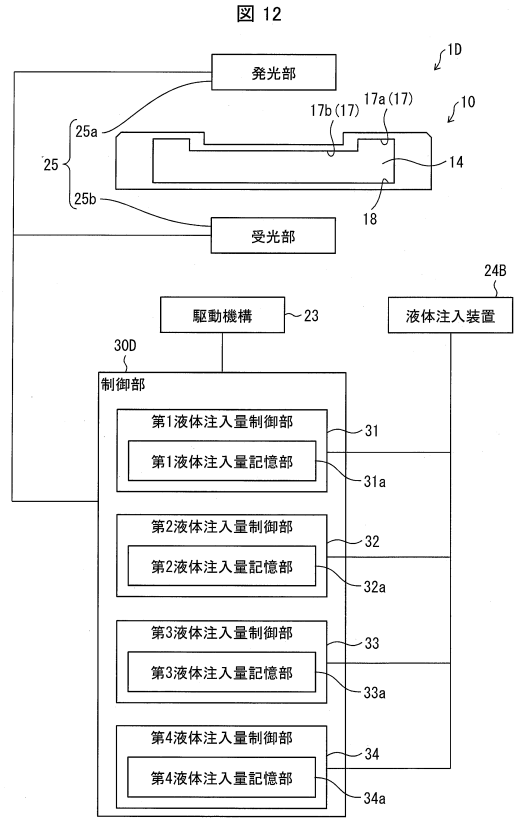
【図10】



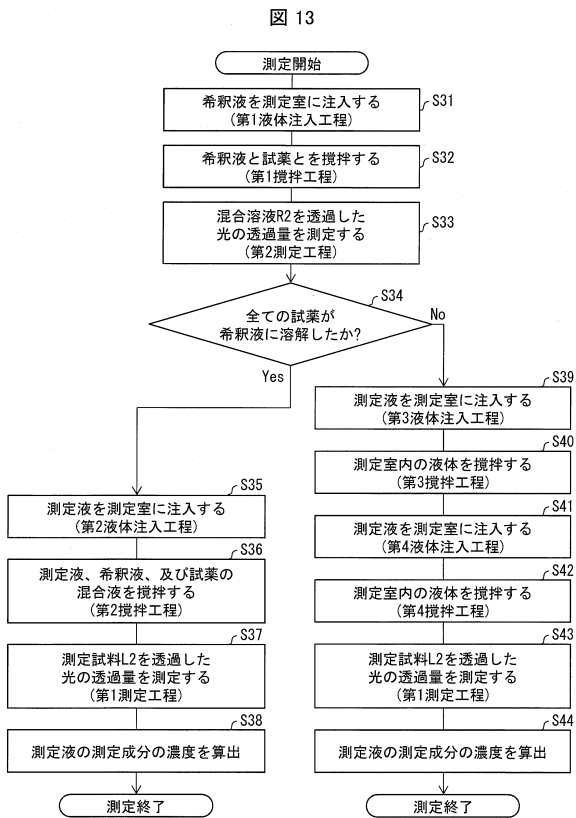
【図11】



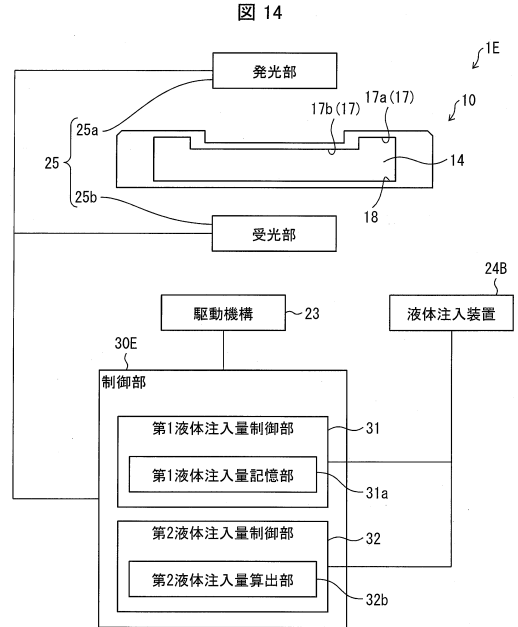
【図12】



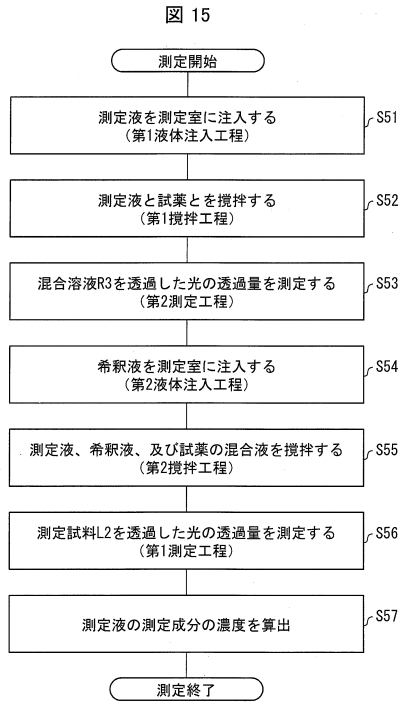
【図13】



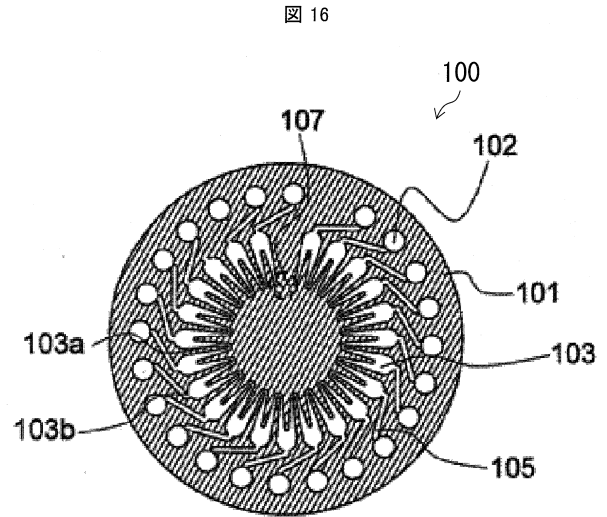
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

(72)発明者 三浦 健宏  
大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内

審査官 長谷 潮

(56)参考文献 特開2011-214943(JP,A)  
特開2008-151772(JP,A)  
米国特許第5922604(US,A)  
米国特許出願公開第2002/0150933(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01N 35/00 - 37/00  
G01N 21/11, 21/59