(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8月13日(13.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/162158 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/05 (2006.01) *G01N 21/45* (2006.01)
G01N 21/27 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/001879

(22) 国際出願日： 2020年1月21日(21.01.2020)

(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 2019-022041 2019年2月8日(08.02.2019) JP

(71) 出願人: アズビル株式会社 (**AZBIL CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 Tokyo (JP).

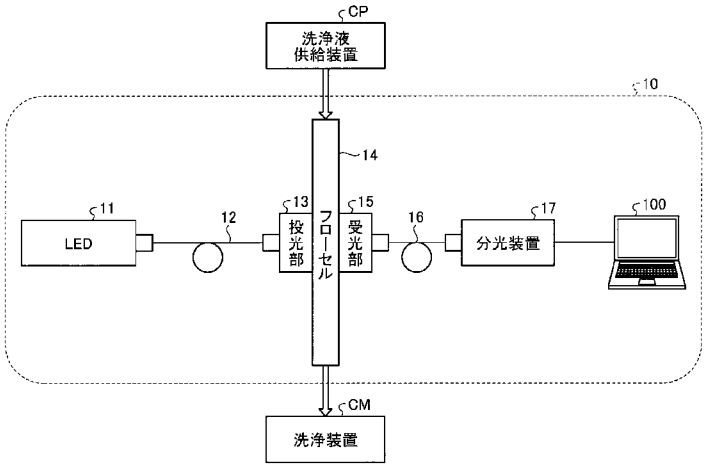
(72) 発明者: 五所尾 康博 (**GOSHOO, Yasuhiro**); 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 松儀泰明(**MATSUGI, Yasuaki**); 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 斎藤 正(**SAITO, Tadashi**); 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 伊勢谷 順一(**ISETANI, Junichi**); 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 千崎 昌彦(**SENZAKI, Masahiko**); 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 アズビル株式会社内 Tokyo (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

(54) **Title:** MEASUREMENT DEVICE, MEASUREMENT SYSTEM, AND MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称： 測定装置、測定システムおよび測定方法

[図13]



13 Light projection unit
14 Flow cell
15 Light reception unit
17 Dispersion device
CM Cleaning device
CP Cleaning liquid supply device

(57) **Abstract:** A measurement system 10 according to the present application comprises a light source unit 11 for emitting light including a specific wavelength corresponding to a substance the concentration of which is to be measured, a Fabry-Pérot dispersion unit 17 for dispersing light that has been emitted from the light source unit 11 and has passed through the substance, and a measurement unit 100 for measuring the concentration of the substance on the basis of the intensity of the light of the specific wavelength dispersed by the dispersion unit 17.

WO 2020/162158 A1

[続葉有]

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, KE, KG, KH, 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, 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, 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：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本願に係る測定システム１０は、濃度の測定対象と対応する特定波長を含む光を出射する光源部１１と、測定対象を介して光源部１１から出射された光を分光するファブリペロー型の分光部１７と、分光部１７により分光された特定波長の光の強度に基づいて、測定対象の濃度を測定する測定部１００とを有する。

明　細　書

発明の名称 ： 測定装置、測定システムおよび測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、溶液および気体の濃度を測定する測定装置、測定システムおよび測定方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、光を用いて半導体のエッチング液や洗浄液といった水溶液の濃度を測定する技術が知られている。このような技術の一例として、発光ダイオードが出射した光を水溶液に照射し、水溶液を介して受光した光の強度から水溶液の濃度を測定する技術が知られている。また、光源から、溶質が吸収する波長の光を出射し、水溶液を介する前、あるいは水溶液を介した後に回折格子やカラーフィルタを用いて分光し、分光した光の吸光度に基づいて、水溶液の濃度を測定する技術が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平１１－３７９３６号公報

特許文献2：特許第３５７８４７０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述した従来技術では、水溶液の濃度を簡易な構成で精度良く測定しているとは言えない場合がある。

[0005] 例えば、発光ダイオードが出射する光を用いて水溶液の吸光度を測定した場合、ブロードな波長の光を用いることとなり、水溶液の濃度を精度良く測定することができない。また、回折格子やカラーフィルタを用いて光を分光した場合、光学系が複雑化してしまう。

[0006] なお、上述した従来技術と同様の構成により、水溶液の濃度以外にも、各種溶質が溶解した溶液や混合気体における各気体の濃度を測定する態様が考

えられる。しかしながら、上述した従来技術では、各種溶液における溶質や気体の濃度を簡易な構成で精度良く測定できるとは言えない。

[0007] 本願はこのような課題を解決するためのものであり、水溶液といった各種溶液に溶解する溶質や混合気体における各気体等の濃度を簡易な構成で精度良く測定することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 本願に係る測定装置は、濃度の測定対象と対応する特定波長を含む光を出射する光源部と、測定対象を介して光源部から出射された光を分光するファブリペロー型の分光部と、分光部により分光された光の強度に基づいて、測定対象の濃度を測定する測定部とを有する。

[0009] 上記測定装置において、光源部は、特定波長を含む光を出射可能な発光素子を１つ以上有してもよい。

[0010] また、上記測定装置において、光源部は、測定対象と対応する複数の特定波長を含む光を出射し、分光部は、測定対象と対応する複数の特定波長を含む光を分光し、測定部は、分光部により分光された複数の特定波長の光の強度に基づいて、測定対象の濃度を測定してもよい。

[0011] また、上記測定装置において、光源部は、複数の測定対象のそれぞれと対応する特定波長を含む光を出射し、分光部は、複数の特定波長を含む光を分光し、測定部は、分光部により分光された複数の特定波長の光の強度に基づいて、複数の測定対象の濃度を測定してもよい。

[0012] また、上記測定装置において、光源部は、少なくとも、複数の測定対象と同数の特定波長を含む光を出射し、分光部は、光源部が出射した複数の特定波長を含む光を分光し、測定部は、分光部により分光された複数の特定波長の光の強度に基づいて、複数の測定対象の濃度を測定してもよい。

[0013] また、上記測定装置において、測定部は、各測定対象の濃度を特定波長における吸光度に変換する吸光係数に基づく行列と、分光部により分光された特定波長の光の強度に基づいた吸光度とに基づいて、各測定対象の濃度を算出してもよい。

[0014] また、上記測定装置において、光源部は、測定対象が吸収する光の波長を特定波長とした光を出射してもよい。

[0015] また、上記測定装置において、光源部は、所定の溶媒に溶解する測定対象と対応する特定波長を含む光を出射し、分光部は、所定の溶媒に測定対象が溶解した溶液を介して光源部から出射された光を受光してもよい。

発明の効果

[0016] 上述した測定装置によれば、濃度の測定対象と対応する特定波長を含む光を測定対象を介して受光し、ファブリペロー型の分光部により、受光した光を分光し、分光して得られた特定波長の光の強度に基づいて、測定対象の濃度を測定する。このように、測定装置は、ブロードな波長の光を用いて測定対象の濃度を測定するのではなく、ファブリペロー型の分光器を用いて、受光した光から測定対象と対応する特定波長を分光し、分光した特定波長の光の強度に基づいて、測定対象の濃度を測定する。この結果、測定装置は、回折格子やカラーフィルタ等の複雑な光学系を有さずとも、精度良く測定対象の濃度を推定することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図１は、第１実施形態における測定手法を説明する図である。

[図2]図２は、アンモニア水溶液および過酸化水素水の吸収スペクトルを示すグラフである。

[図3]図３は、サンプルの吸収スペクトルを示すグラフである。

[図4]図４は、波長λ_1の光における過酸化水素水の濃度と吸光度との関係を示すグラフである。

[図5]図５は、波長λ_2の光における過酸化水素水の濃度と吸光度との関係を示すグラフである。

[図6]図６は、波長λ_1の光におけるアンモニアの濃度と吸光度との関係を示すグラフである。

[図7]図７は、波長λ_2の光におけるアンモニアの濃度と吸光度との関係を示すグラフである。

[図8]図８は、吸光度から計算されたアンモニアの濃度と、混合体積比から計算したアンモニアの濃度との関係を示すグラフである。

[図9]図９は、吸光度から計算された過酸化水素の濃度と、混合体積比から計算した過酸化水素の濃度との関係を示すグラフである。

[図10]図１０は、塩酸と過酸化水素水の吸収スペクトルを示すグラフである。

[図11]図１１は、吸光度から計算された塩酸の濃度と、混合体積比から計算した塩酸の濃度との関係を示すグラフである。

[図12]図１２は、吸光度から計算された過酸化水素の濃度と、混合体積比から計算した過酸化水素の濃度との関係を示すグラフである。

[図13]図１３は、第２実施形態における測定システムの概要を示す図である。

[図14]図１４は、第２実施形態に係る分光装置の一例を示す図である。

[図15]図１５は、第２実施形態に係る測定装置が有する機能構成の一例を示す図である。

[図16]図１６は、第２実施形態に係る測定システムの動作タイミングの一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 次に、実施の形態について図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、各実施の形態において共通する構成要素には同一の参照符号を付し、繰り返しの説明を省略する。

[0019] ［第１実施形態］

従来、半導体の洗浄液やエッチング液として、塩酸、硝酸、リン酸、水酸化アンモニウム、過酸化水素等の水溶液が用いられており、水溶液の吸光度に基づいて、水溶液の濃度を測定する技術が知られている。単純には、水溶液に照射する光の波長領域を狭くすることで、水溶液中における各種溶質の濃度を簡易な構成で精度良く測定できると考えられる。

[0020] ここで、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）等の半導体発光素子を採用し

た場合、水溶液に照射される光の波長領域をハロゲンランプ等と比較して狭くすることができるものの、依然として波長帯がブロードなため、水溶液の濃度を精度良く測定しているとは言えない。また、物質により吸収しやすい光の波長は異なるため、光源から出射する光の波長領域を狭めた場合、混酸等、複数の溶質が溶解した水溶液から、いずれかの溶質の濃度しか測定することができない。

[0021] また、光源としてハロゲンランプを採用した場合は、光源から出射する光を回折格子やカラーフィルタを用いて分光することとなり、測定装置の構成が複雑となる。また、ハロゲンランプは、ＬＥＤ等の半導体発光素子と比較して、寿命が短く、交換の手間がかかる。

[0022] 一方で、水溶液に溶解している溶質が何であるかが予め解っている場合、溶質の濃度測定において適切と考えられる波長（以下、「特定波長」と記載する。）の光を含んだ波長帯の光を出射し、水溶液を介して受光した光を、特定波長の光に分光すれば、精度よく溶質の濃度測定を実現できると考えられる。このような点に着眼し、小型で安価であるが分光可能な波長領域が比較的狭いファブリペロー型の分光器を用いて、受光した光を特定波長の光に分光することにより、課題を解決できることに想到した。

[0023] ［測定手法について］

以下、図１を用いて、第１実施形態における測定手法について説明する。図１は、第１実施形態における測定手法を説明する図である。図１に示す例では、水溶液等といった液体のサンプルに溶解する溶質の濃度を測定する測定システム１の構成を概念的に示した。

[0024] 例えば、測定システム１は、光源装置２、フローセル３、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４、受光素子５、および測定装置６を有する。

[0025] 光源装置２は、光を投光可能な光源装置であり、例えば、ハロゲンランプやＬＥＤ等の光源により実現される。例えば、光源装置２は、測定装置６による制御に従って、所定の強度の光を出射する。このようにして光源装置２により出射された光は、光路ＯＰに沿って、フローセル３、およびファブリ

ペロー分光用チューナブルフィルタ４を介し、受光素子５へと伝達される。

[0026] ここで、光源装置２は、１つ若しくは同時に濃度を測定する溶質のそれぞれと対応する特定波長を含む波長帯の光を出射可能な光源であればよい。例えば、光源装置２は、半値幅が±１００ナノメートル程度のＬＥＤにより実現可能であり、溶質がアンモニアおよび過酸化水素である場合、少なくとも、１５２５ナノメートルから１６００ナノメートルの波長帯の光を十分な強度で出力可能な光源であればよい。

[0027] フローセル３は、光源装置２が出射する光に対して透明な素材（例えば、石英等）からなり、内部に水溶液等のサンプルを流すことができる。なお、フローセル３は、試験管やセル等により実現されてもよい。また、フローセル３は、全体が透明な素材である必要はなく、光源装置２から出射された光が入射される入射部分と、入射された光をサンプルを介して出射する出射部分とが透明であればよい。

[0028] ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４は、透過可能な光の波長を変更することができるファブリペロー干渉計（Fabry Perot Interferometer）であり、平行に配置された２つの半透鏡を有する。例えば、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４は、光源装置２側に設置された半透鏡である上部ミラーＵＭと、受光素子５側に配置された半透鏡である下部ミラーＤＭとを有する。そして、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４は、上部ミラーＵＭと下部ミラーＤＭとの間隔を制御することで、フローセル３を介して受光した光から、上部ミラーＵＭと下部ミラーＤＭとの間隔に応じた波長の光を透過する。例えば、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４は、測定装置６からの制御に従い、サンプルを介して受光した光から溶質と対応する特定波長の光を透過する。

[0029] 受光素子５は、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４により透過された光を受光すると、受光した光の強度を測定する素子であり、例えば、フォトダイオード等の光電素子等により実現される。例えば、受光素子５は、透過された光を受光すると、受光した光の強さを示す電気信号を生成し、

生成した電気信号を測定装置６へと伝達する。

[0030] 測定装置６は、受光素子５が受光した光の強度に基づいて、サンプルに含まれる溶質の濃度を測定する。例えば、測定装置６は、光源装置２を制御し、特定波長を含む波長帯の光を出射させ、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４を制御して、特定波長の光を透過させる。測定装置６は、受光素子５が受光した特定波長の光の強度を測定する。

[0031] ここで、測定装置６は、フローセル３内にサンプルがない状態で受光素子５が受光した光の強度をI_0として測定し、フローセル３内にサンプルがある状態で受光素子５が受光した光の強度をI_1として測定する。そして、測定装置６は、以下の式（１）を用いて、特定波長におけるサンプルの吸光度Ａを算出し、算出した吸光度Ａに基づいて、サンプルに含まれる溶質の濃度を測定する。

[0032] [数1]

$$A = -\log(I_1/I_0) \qquad \cdots (1)$$

[0033] なお、測定装置６は、フローセル３内に溶質が溶解していない所定の溶媒のみがある状態で受光素子５が受光した光の強度と、フローセル３内に溶質が所定の溶媒に溶解した溶液がある状態で受光素子５が受光した光の強度との比率の対数を算出し、算出した対数の符号を逆転させた値を、溶質の溶媒に対する吸光度として算出してもよい。

[0034] ［測定手法の一例について］

以下、サンプルの吸光度に基づいて、サンプルに含まれる溶質の濃度を測定する処理の一例について説明する。なお、以下の説明では、アンモニア（NH_3）および過酸化水素（H_2O_2）の水溶液をサンプルとする例について説明するが、実施形態は、これに限定されるものではない。測定装置６は、任意の溶質を含むサンプルの吸光度から、溶質の濃度の算出を行ってよい。また、以下の説明では、溶質となる水のみの透過光の強度に対し、サンプルの透過光の強度との割合の対数を取り、符号を反転させた値をサンプルの吸光度とした。

[0035] 例えば、図２は、アンモニア水溶液および過酸化水素水の吸収スペクトルを示すグラフである。なお、図２に示す例では、横軸方向に波長を、縦軸方向に溶媒である水に対する吸光度を採り、アンモニア水溶液および過酸化水素水の吸光度を、波長ごとに示した。図２に示すように、アンモニアは、１５３０ナノメートル付近に吸光度のピークを有し、過酸化水素水は、１５００ナノメートルから１８５０ナノメートルにかけて緩やかなピークが続いている。

[0036] 図２に示す吸収スペクトルから、アンモニアおよび過酸化水素が溶解した水溶液であるサンプルの吸収スペクトルを模式的に描くと、図３に示すグラフを得ることができる。図３は、サンプルの吸収スペクトルを示すグラフである。図３に示すように、サンプルは、アンモニア水溶液の吸光度のピーク付近と、過酸化水素水の吸光度のピーク付近との２か所にピークを有している。

[0037] ここで、測定装置６は、２つの特定波長を選択し、選択した特定波長におけるサンプルの吸光度から、アンモニアおよび過酸化水素の濃度をそれぞれ測定する。より具体的には、測定装置６は、サンプルに含まれる溶質ごとに、溶質の吸光度のピークが現れる波長を特定波長として選択する。そして、測定装置６は、選択した特定波長におけるサンプルの吸光度を測定し、測定した吸光度から、サンプルに含まれる各溶質の濃度を算出する。

[0038] 例えば、アンモニア水溶液の吸収ピーク付近の波長を特定波長λ_1、過酸化水素水の吸収ピーク付近の波長を特定波長λ_2とし、アンモニアの濃度を［NH_3］、過酸化水素の濃度を［H_2O_2］とする。ここで、ランベルト・ベールの法則によれば、光路長が一定であるならば、サンプルの吸光度はサンプルに含まれる溶質の濃度に比例するので、特定波長λ_1におけるサンプルの吸光度をA_1、特定波長λ_2におけるサンプルの吸光度をA_2とすると、以下の式（２）および（３）を得ることとなる。なお、式（２）の係数ａは、特定波長λ_1におけるアンモニアの吸光係数であり、式（２）の係数ｂは、特定波長λ_1における過酸化水素の吸光係数となる。また、式（３）の係数ｃは、特定波

長λ_2におけるアンモニアの吸光係数であり、式（３）の係数ｄは、特定波長λ_2における過酸化水素の吸光係数となる。

[0039] [数2]

$$A_1 = a[NH_3] + b[H_2O_2] \quad \cdots (2)$$

[0040] [数3]

$$A_2 = c[NH_3] + d[H_2O_2] \quad \cdots (3)$$

[0041] ここで、式（２）、式（３）を１つの行列式に変形すると、以下の式（４）を得ることができる。ここで、式（４）に示すＰは、式（５）に示すように、吸光係数の行列である。なお、以下の説明では、Ｐを係数行列と記載する場合がある。

[0042] [数4]

$$\begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \end{pmatrix} = P \begin{pmatrix} [NH_3] \\ [H_2O_2] \end{pmatrix} \quad \cdots (4)$$

[0043] [数5]

$$P = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad \cdots (5)$$

[0044] よって、測定装置６は、特定波長λ_1におけるサンプルの吸光度A_1と特定波長λ_2におけるサンプルの吸光度A_2とから、アンモニアの濃度［NH_3］および過酸化水素の濃度［H_2O_2］を以下の式（６）で求めることができる。

[0045] [数6]

$$\begin{pmatrix} [NH_3] \\ [H_2O_2] \end{pmatrix} = P^{-1} \begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \end{pmatrix} \quad \cdots (6)$$

[0046] ［吸光係数の一例について］

続いて、吸光係数の一例について説明する。なお、以下の説明では、特定波長λ_1と特定波長λ_2との吸光度から吸光係数を算出する処理の一例について説明する。

[0047] 例えば、式（２）および式（３）においてアンモニアの濃度［NH_3］を０

とすれば、過酸化水素水における過酸化水素の濃度と、過酸化水素水の吸光度A_1および吸光度A_2から、吸光係数ｂおよびｄを求めることができる。そこで、波長λ_1の光、および、波長λ_2の光について、過酸化水素水の濃度を変化させながら過酸化水素水の吸光度A_1および吸光度A_2を測定した所、図４および図５を得ることができる。

[0048] 図４は、波長λ_1の光における過酸化水素水の濃度と吸光度との関係を示すグラフである。また、図５は、波長λ_2の光における過酸化水素水の濃度と吸光度との関係を示すグラフである。なお、図４および図５に示す例では、縦軸を吸光度とし、横軸を過酸化水素の濃度とした場合に、各波長の光に対する過酸化水素水の吸光度を濃度ごとにプロットした。

[0049] 図４および図５に示すように、各波長の光に対して、過酸化水素水の濃度と吸光度とは、比例関係を有することが解る。また、図４に示すように、波長λ_1の光に対して、過酸化水素水の濃度を吸光度に変換する係数、すなわち、吸光係数ｂの値は、例えば、「０．００１５」となる。また、図５に示すように、波長λ_2の光に対して、過酸化水素水の濃度を吸光度に変換する係数、すなわち、吸光係数ｄの値は、例えば、「０．００４６」となる。

[0050] 続いて、アンモニアと過酸化水素が溶解した水溶液の吸光度を実測し、実測した吸光度からそれぞれの波長における過酸化水素による吸光度を差し引いた値をアンモニアによる吸光度として算出した。このような処理の結果、アンモニアの濃度と吸光度との関係として図６および図７を得ることができた。

[0051] 図６は、波長λ_1の光におけるアンモニアの濃度と吸光度との関係を示すグラフである。また、図７は、波長λ_2の光におけるアンモニアの濃度と吸光度との関係を示すグラフである。なお、図６および図７に示す例では、縦軸を吸光度とし、横軸をアンモニアの濃度とした場合に、各波長の光に対するアンモニアの吸光度を濃度ごとにプロットした。

[0052] 図６、図７に示すように、各波長の光に対し、濃度が２％～５％の範囲においては、アンモニアの濃度と吸光度とがほぼ比例関係を有することが解る

。また、図６に示すように、波長λ_1の光に対して、アンモニアの濃度を吸光度に変換する係数、すなわち、吸光係数ａの値は、例えば、「０．００９７」となる。また、図７に示すように、波長λ_2の光に対して、アンモニアの濃度を吸光度に変換する係数、すなわち、吸光係数ｃの値は、例えば、「０．００４３」となる。

[0053] このような実測値から、波長λ_1の光、および、波長λ_2の光に対し、過酸化水素およびアンモニアが溶解した水溶液における係数行列Ｐは、以下の式（７）で示すことができ、係数行列の逆行列P^{-1}は、以下の式（８）で示すことができる。

[0054] [数7]

$$P=\begin{pmatrix}0.0097 & 0.0015\\ 0.0043 & 0.0046\end{pmatrix} \quad \cdots (7)$$

[0055] [数8]

$$P^{-1}=\frac{1}{ad-bc}\begin{pmatrix}d & -b\\ -c & a\end{pmatrix}=26198.59\begin{pmatrix}0.0046 & -0.0015\\ -0.0043 & 0.0097\end{pmatrix} \quad \cdots (8)$$

[0056] このような逆行列P^{-1}と式（６）とを用いて、アンモニアと過酸化水素が溶解した水溶液の吸光度からアンモニアと過酸化水素との濃度を測定する実験を行った。このような実験により、アンモニアの濃度と過酸化水素との濃度について、図８および図９に示す結果を得た。

[0057] 図８は、吸光度から計算されたアンモニアの濃度と、混合体積比から計算したアンモニアの濃度との関係を示すグラフである。また、図９は、吸光度から計算された過酸化水素の濃度と、混合体積比から計算した過酸化水素の濃度との関係を示すグラフである。なお、図８および図９に示す例では、縦軸を吸光度から計算した濃度とし、アンモニアと過酸化水素とが溶解した水溶液におけるアンモニア若しくは過酸化水素の混合体積比から計算した濃度として、混合体積比から計算した濃度とサンプルの吸光度から計算した濃度との関係をプロットした。図８、図９に示すように、アンモニアについては、濃度が２～５％の範囲で吸光度から好適な濃度を算出することができ、過

酸化水素については、各濃度について、吸光度から好適な濃度を算出することができた。

[0058] ［他の溶質について］

なお、上述した例では、アンモニアと過酸化水素が溶解した水溶液をサンプルとしたが、実施形態は、これに限定されるものではない。例えば、測定装置６は、塩酸（ＨＣｌ）と過酸化水素とが溶解したサンプルについて、上述した処理と同様の処理を実行することにより、サンプルの吸光度から塩酸および過酸化水素の濃度を算出してもよい。ここで、図１０は、塩酸と過酸化水素水の吸収スペクトルを示すグラフである。

[0059] なお、図１０に示す例では、横軸方向に波長を、縦軸方向に溶媒である水に対する吸光度を採り、塩酸および過酸化水素水の吸光度を、波長ごとに示した。図１０に示すように、塩酸は、１８２５ナノメートル付近で吸光度のピークを有する。そこで、測定装置６は、特定波長λ_1を１８２５ナノメートルとして係数行列を算出し、算出した係数行列の逆行列を用いて、サンプルの吸光度から塩酸および過酸化水素水の濃度を測定してもよい。

[0060] なお、測定装置６は、必ずしも溶質が有する吸光度のピークに合わせて特定波長を選択する必要はない。例えば、測定装置６は、溶質が有する吸光度のピークがファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４の分光可能な波長の範囲を超えている場合、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４が分光可能な波長の上限若しくは下限を特定波長としてもよい。

[0061] 例えば、特定波長λ_1をファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４の上限とし、特定波長λ_2を過酸化水素に対応する波長とし、サンプルとして、塩酸と過酸化水素とが溶解した水溶液の濃度を測定するための係数行列Ｐを算出する。より具体的には、上述したアンモニアと過酸化水素とが溶解した水溶液の濃度を測定する場合と同様に、塩酸と過酸化水素の吸光係数から係数行列Ｐを算出し、吸光行列Ｐの逆行列P^{-1}と式（６）と用いて、塩酸と過酸化水素が溶解した水溶液の吸光度から塩酸と過酸化水素との濃度を測定する。

[0062] このような例においては、塩酸の濃度と過酸化水素との濃度について、図１１および図１２に示す関係を得ることができる。図１１は、吸光度から計算された塩酸の濃度と、混合体積比から計算した塩酸の濃度との関係を示すグラフである。また、図１２は、吸光度から計算された過酸化水素の濃度と、混合体積比から計算した過酸化水素の濃度との関係を示すグラフである。なお、図１１および図１２に示す例では、図８、図９と同様に、縦軸を吸光度から計算した濃度とし、横軸を混合体積比から計算した濃度として、混合体積比から計算したサンプルの濃度とサンプルの吸光度から計算した濃度との関係をプロットした。図１１、図１２に示すように、塩酸および過酸化水素ともに、各濃度について、吸光度から好適な濃度を算出することができる。

[0063] ［第２実施形態］

以下、上述した測定手法を用いてサンプルの濃度を測定する第２実施形態の一例について、図１３を用いて説明する。図１３は、第２実施形態における測定システムの概要を示す図である。図１３に示す例では、測定システム１０は、ＬＥＤ１１、ファイバ１２、１６、投光部１３、フローセル１４、受光部１５、分光装置１７、および測定装置１００を有する。

[0064] ＬＥＤ１１は、光源装置２としての光源であり、溶質と対応する特定波長を含む光を出射する。例えば、ＬＥＤ１１は、半値幅が１００ナノメートル程度の光を出力可能な発光素子である。

[0065] ファイバ１２は、ＬＥＤから出射された光を投光部１３へと伝達するファイバであり、例えば、単相の光ファイバ等により実現される。投光部１３は、ファイバ１２を介して、ＬＥＤ１１が出射した光を受光すると、受光した光をフローセル１４へと出射する。

[0066] フローセル１４は、サンプルが流れるフローセルである。例えば、図１３に示す例では、フローセル１４の内容には、洗浄液供給装置ＣＰから洗浄装置ＣＭへと供給される半導体の洗浄液がサンプルとして流れている。

[0067] 受光部１５は、投光部１３から投光された光を、フローセル１４内のサン

プルを介して受光する。そして、受光部１５は、受光した光をファイバ１６へと出力する。ファイバ１６は、ファイバ１２と同様に、受光部１５から出力された光を分光装置１７へと伝達するファイバであり、例えば、単相の光ファイバ等により実現される。なお、図１３に示す構成は、あくまで一例である。例えば、測定システム１０は、ファイバ１２、１６、投光部１３、および受光部１５を有さずともよい。

[0068] 分光装置１７は、サンプルを介してＬＥＤ１１から出射された光を受光すると、受光した光を分光するファブリペロー型の分光装置である。例えば、分光装置１７は、ファイバ１６から受光した光を、所定の特定波長の光に分光する。

[0069] 例えば、図１４は、第２実施形態に係る分光装置の一例を示す図である。図１４に示すように、分光装置１７は、ファイバ１６から光を受光する側から順に、バンドパスフィルタ１７ａ、上部ミラー１７ｂ、エアギャップ１７ｃ、下部ミラー１７ｄ、基板１７ｅ、スペーサ１７ｆ、受光素子１７ｇ、および配線基板１７ｈを有する。なお、上部ミラー１７ｂ、エアギャップ１７ｃ、下部ミラー１７ｄ、および基板１７ｅは、図１に示すファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４に対応し、受光素子１７ｇは、図１に示す受光素子５に対応する。

[0070] バンドパスフィルタ１７ａは、ファイバ１６から入射された光のうち、予め設定された波長帯以外の光の強度を減衰させるフィルタである。上部ミラー１７ｂは、バンドパスフィルタ１７ａ側に配置された半透鏡であり、メンブレン（薄膜）構造を有している。また、下部ミラー１７ｄは、上部ミラー１７ｂと対向する半透鏡であり、受光素子１７ｇ側に配置されている。エアギャップ１７ｃは、上部ミラー１７ｂおよび下部ミラー１７ｄの間の空間である。また、基板１７ｅは、ファブリペロー分光計の基板であり、透過性を有する。

[0071] スペーサ１７ｆは、基板１７ｅと受光素子１７ｇとの間隔を保持するスペーサである。また、受光素子１７ｇは、配線基板１７ｈ上に設置されたフォ

トダイオードであり、基板１７ｅを介して受光する光の強度を測定する。配線基板１７ｈは、受光素子１７ｇにより測定された光の強度を示す電気信号を、測定装置１００へと伝達する。

[0072] ここで、測定装置１００は、上部ミラー１７ｂおよび下部ミラー１７ｄ間に電圧を印加することで、上部ミラー１７ｂおよび下部ミラー１７ｄ間に静電引力を発生させ、メンブレン構造の上部ミラー１７ｂを下部ミラー１７ｄ側に近づけることで、エアギャップ１７ｃの距離を調整する。そして、上部ミラー１７ｂおよび下部ミラー１７ｄは、エアギャップ１７ｃの距離に応じた波長の光を透過し、基板１７ｅを介して、透過した波長の光を受光素子１７ｇに入射させることができる。

[0073] なお、図１４に示す分光装置１７の構成は、あくまで一例である。測定システム１０は、図１４に示す分光装置１７以外にも、ファブリペロー干渉計の原理を用いて入射された光を特定波長に分光するのであれば、任意の分光計を採用してよい。

[0074] 図１３に戻り、説明を続ける。測定装置１００は、分光装置１７により分光された光の強度に基づいて、サンプルの濃度を測定する。例えば、測定装置１００は、フローセル１４内を流れる水溶液に溶解している溶質の濃度を測定する。

[0075] ［測定装置の機能構成の一例］

以下、図１５を用いて、測定装置１００が有する機能構成の一例について説明する。図１５は、第２実施形態に係る測定装置が有する機能構成の一例を示す図である。図１５に示すように、測定装置１００は、光源制御部１１０、分光制御部１２０、受光制御部１３０、入力部１４０、出力部１５０、記憶部１６０、および制御部１７０を有する。

[0076] 光源制御部１１０は、制御部１７０からの制御に従ってＬＥＤ１１の点灯を制御する制御装置であり、例えば、ＬＥＤ１１の点灯回路等により実現される。例えば、光源制御部１１０は、ＬＥＤ１１を制御し、所定の波長帯の光を所定の強度で出射させる。なお、光源制御部１１０は、ＬＥＤ１１から

出射される光の波長帯や強度が一定になるように、各種の制御手段を有していてもよい。

[0077] 分光制御部１２０は、制御部１７０からの制御に従って分光装置１７を制御する制御装置であり、例えば、分光装置１７の制御回路により実現される。例えば、分光制御部１２０は、分光装置１７が有する上部ミラー１７ｂと下部ミラー１７ｄとの間に印加する電圧を制御することで、受光素子１７ｇが受光する光の波長を適宜制御する。

[0078] 受光制御部１３０は、制御部１７０からの制御に従って分光された光の強度を測定するための制御装置であり、例えば、分光装置１７が有する受光素子１７７の制御回路により実現される。例えば、受光制御部１３０は、分光装置１７が測定した光の強度を示す電気信号を受付けると、受付けた電気信号を光の強度を示す数値に変換し、変換後の数値を制御部１７０に通知する。

[0079] 入力部１４０は、利用者からの操作を受付ける入力装置であり、例えば、キーボードやマウス等により実現される。また、出力部１５０は、測定装置１００による測定結果を出力するための出力装置であり、例えば、液晶モニタやプリンタ等により実現される。

[0080] 記憶部１６０は、各種の情報を記憶する記憶装置であり、例えば、ＲＡＭ（Random Access Memory)、フラッシュメモリ（Flash Memory）等の半導体メモリ素子、または、ハードディスク、光ディスク等の記憶装置によって実現される。例えば、記憶部１６０には、各種の測定ログや、測定対象となる溶質（例えば、アンモニア、塩酸若しくは過酸化水素等）と特定波長ごとの組ごとに予め設定された吸光係数や係数行列等が登録される。

[0081] 制御部１７０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＭＰＵ（Micro Processing Unit）等のプロセッサによって、測定装置１００内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムがＲＡＭ等を作業領域として実行されることにより実現される。また、制御部１７０は、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）やＦＰＧＡ（Field Programmable Gate

Array）等の集積回路により実現されてもよい。

[0082] 図１５に示す例では、制御部１７０は、取得部１７１、演算部１７２、および提供部１７３を有する。取得部１７１は、ＬＥＤ１１および分光装置１７を制御し、分光装置１７がサンプルを介して分光した特定波長の光の強度を取得する。

[0083] 例えば、取得部１７１は、溶質等といった濃度を測定する対象（測定対象）の選択を入力部１４０から受付けると、サンプルを介した光から選択された測定対象と対応する特定波長の光強度を取得する。例えば、取得部１７１は、アンモニアと過酸化水素とが選択された場合、アンモニアと対応する特定波長と、過酸化水素と対応する特定波長とを選択する。そして、取得部１７１は、光源制御部１１０を制御し、ＬＥＤ１１を点灯させることで、特定波長を含む波長帯の光を出射させる。

[0084] また、取得部１７１は、分光制御部１２０を制御し、サンプルを介して分光装置１７が受光した光から特定波長の光を分光させる。そして、取得部１７１は、受光制御部１３０を介して、分光装置１７が測定した特定波長の光の強度を取得する。例えば、取得部１７１は、アンモニアと対応する特定波長の光強度を測定させた後、過酸化水素と対応する特定波長の光強度を測定させる。そして、取得部１７１は、測定された各特定波長の光の強度を取得する。

[0085] 演算部１７２は、測定された複数の特定波長の光の強度に基づいて、測定対象の濃度を測定する。例えば、演算部１７２は、測定された複数の特定波長の光の強度に基づいて、複数の測定対象の濃度を測定する。より具体的な例を挙げると、演算部１７２は、アンモニアと対応する特定波長の光の強度と、過酸化水素と対応する特定波長の光の強度とを取得すると、上述した式（８）に示す逆行列P^{-1}と、式（６）とを用いて、アンモニアおよび過酸化水素の濃度をそれぞれ算出する。すなわち、演算部１７２は、各測定対象の濃度を特定波長における吸光度に変換する吸光係数に基づく行列と、測定された特定波長の光の強度に基づいた吸光度とに基づいて、各測定対象の濃度

を算出する。

[0086] 提供部１７３は、演算部１７２により測定された各測定対象の濃度を利用者に提供する。例えば、提供部１７３は、出力部１５０を介して、利用者が選択した測定対象の濃度を示す値を出力する。

[0087] ［実施形態における動作タイミングの一例］

次に、図１６を参照して、実施形態に係る測定システム１０の動作タイミングの一例について説明する。図１６は、第２実施形態に係る測定システムの動作タイミングの一例を示すフローチャートである。

[0088] 例えば、測定装置１００は、光源であるＬＥＤ１１から光を出射させる（ステップＳ１０１）。このような場合、分光装置１７は、測定対象を介して、光源であるＬＥＤ１１が出射した光を受光する（ステップＳ１０２）。そして、分光装置１７は、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタを用いて分光した特定波長の光を測定する（ステップＳ１０３）。

[0089] 続いて、測定装置１００は、測定光の強度に基づいて、特定波長におけるサンプルの吸光度を算出し（ステップＳ１０４）、その後、全ての特定波長を測定したか否かを判定する（ステップＳ１０５）。そして、測定装置１００は、測定していない特定波長が存在する場合は（ステップＳ１０５：Ｎｏ）、分光装置１７にステップＳ１０３を実行させる。一方、測定装置１００は、全ての特定波長を測定した場合は（ステップＳ１０５：Ｙｅｓ）、各特定波長における吸光度を濃度に変換する係数行列の逆行列を用いて、算出した吸光度から測定対象の濃度を算出する（ステップＳ１０６）。その後、測定装置１００は、算出した濃度を測定結果として出力し（ステップＳ１０７）、処理を終了する。

[0090] ［実施形態における効果］

上述したように、測定装置１００は、ファブリペロー型の分光装置を用いて、サンプルを介して受光した光から測定対象と対応する特定波長の光を分光し、分光した特定波長の光の強度に基づいて、測定対象の濃度を測定する。このような構成により、測定装置１００は、回折格子やカラーフィルタと

いった構成を有さずとも、測定対象の濃度を精度良く測定することができるので、簡易な構成で測定対象の濃度を精度良く測定することができる。

[0091] ［実施形態の拡張］

上記の説明では、サンプルに含まれる測定対象の濃度を測定する測定システム１、１０について説明したが、実施形態は、これに限定されるものではない。以下の説明では、測定システム１、１０が実行する測定手法のバリエーションについて説明する。

[0092] ［１．特定波長について］

上述した測定システム１、１０では、測定対象となるアンモニアや過酸化水素の吸光度のピークが存在する波長を特定波長として選択した。このように、吸光度のピークが存在する波長を特定波長とした場合、濃度の測定精度を向上させることができる。しかしながら、実施形態は、これに限定されるものではない。測定システム１、１０は、少なくとも、サンプルに含まれる濃度の測定対象ごとに特定波長を選択し、選択した特定波長の強度から各測定対象の濃度を測定するのであれば、任意の波長を特定波長として選択してもよい。

[0093] 例えば、測定システム１、１０は、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４や分光装置１７が分光可能な波長の範囲に基づいて、特定波長の選択を行ってもよい。また、測定システム１、１０は、光源装置２やＬＥＤ１１が出射可能な波長帯等に応じて、任意の波長を特定波長として採用してもよい。例えば、測定システム１は、２つの溶質が溶解した水溶液における各溶質の濃度を測定する場合、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４が分光可能な波長の範囲から、任意の２つ以上の波長を特定波長として選択し、選択波長における各溶質の吸光度とサンプルの水溶液の吸光度から、各溶質の濃度を測定すればよい。

[0094] ここで、測定システム１、１０は、少なくとも、測定対象と同数の特定波長を含む波長帯の光を分光できればよい。例えば、測定システム１は、複数の測定対象を含むサンプルの吸光度から、各測定対象の濃度を測定する場合

、測定対象のそれぞれと対応する複数の特定波長を含む波長帯の光を光源装置２から出射させ、サンプルを介した光から特定波長の光を分光し、分光した光の強度から測定対象の濃度を算出すればよい。

[0095] 例えば、サンプルに第１測定対象と第２測定対象が含まれる場合、測定システム１、１０は、第１測定対象に対応する第１特定波長と、第２測定対象に対応する第２特定波長とを設定する。続いて、測定システム１、１０は、第１特定波長と第２特定波長とのそれぞれにおける第１測定対象の吸光度と、第１特定波長と第２特定波長とのそれぞれにおける第２測定対象の吸光度とから、係数行列の逆行列を算出する。そして、測定システム１、１０は、第１特定波長と第２特定波長とのそれぞれにおけるサンプルの吸光度と逆行列とから、第１測定対象の濃度と第２測定対象の濃度とを算出すればよい。

[0096] また、測定システム１、１０は、３種類以上の溶質が溶解しているサンプルの吸光度から、各溶質の濃度を測定してもよく、サンプルに溶解している溶質のうち全て若しくは一部の溶質の濃度を測定してもよい。例えば、サンプルに溶解している溶質のうち濃度の測定対象となる溶質の数をｎとする。このような場合、測定システム１、１０は、少なくともｎ個の特定波長を選択し、式（２）や式（３）と同様に、ｎ個の溶質の濃度からサンプルの吸光度を算出する式を特定波長ごとに設定することで、ｎ×ｎ行列である係数行列Ｐを得る。そして、測定装置６は、ｎ個の特定波長ごとにサンプルの吸光度を測定し、逆行列P^{-1}と測定した吸光度とから、各溶質の濃度を測定してもよい。

[0097] また、測定システム１、１０は、行列式ではなく、吸光度から溶質の濃度を算出する所定の方程式を用いて、濃度の測定を行ってもよい。また、測定システム１、１０は、測定精度をさらに向上させるため、ｎ個の溶質に対し、ｍ個（ｍ＞ｎ）の特定波長を選択し、選択した特定波長ごとの吸光度から、ｎ個の溶質の濃度を測定してもよい。例えば、測定システム１、１０は、２つの特定波長を用いて過酸化水素の濃度を吸光度へと変換する場合、特定波長ごとに測定したサンプルの吸光度から算出した濃度の平均値から過酸化

水素の濃度を測定してもよい。

[0098] また、測定システム１、１０は、ｎ個の測定対象に対し、ｎ＜ｍとなるｍ個の特定波長の光の強度に基づいて、各測定対象の濃度を測定してもよい。例えば、測定システム１、１０は、２つの測定対象に対して３つ以上の特定波長の光の強度を測定し、測定した光の強度から各測定対象の濃度の候補をそれぞれ算出する。このような計算を行った場合、測定システム１、１０は、１つの測定対象に対して複数の濃度の候補を得ることとなる。そこで、測定システム１、１０は、得られた候補の平均値等に基づいて、測定対象の濃度を算出する。なお、測定システム１、１０は、光源装置２やＬＥＤ１１が出射する光の中心波長や半値幅、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４や分光装置１７が分光可能な波長帯、サンプルに含まれる測定対象の種類や想定されうる濃度等に基づいて、候補の平均値を得る際に各種の重みづけを設定してもよい。

[0099] ［サンプルについて］

また、測定システム１、１０は、各種溶質が溶解した水溶液のみならず、例えば、各種溶質が溶解した有機溶剤等の溶液をサンプルとしてもよい。また、このような場合、測定システム１、１０は、溶媒の吸光度と溶質の吸光度との割合から式（１）を用いて算出される吸光度を採用してもよい。また、測定システム１、１０は、溶液のみならず、混合気体等、各種の気体をサンプルとし、サンプルに含まれる気体のうち任意の気体の濃度を測定してもよい。また、測定システム１、１０は、溶質ではなく、溶媒となる物質の濃度を測定してもよい。

[0100] ［装置構成について］

なお、測定システム１、１０の装置構成は、上述した説明に限定されるものではない。例えば、測定装置６は、光源装置２、ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ４、および受光素子５を有し、フローセル３内のサンプルにおける測定対象の濃度を測定する装置であってもよい。

[0101] 以上、実施形態の一例を説明したが、これらは例示であり、本実施形態は

上記した説明に限定されるものではない。発明の開示の欄に記載の態様を始めとして、実施形態の構成や詳細は、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した他の形態で実施することができる。また、各実施形態については、矛盾しない範囲で任意に組み合わせて実施することができる。

符号の説明

[0102] １、１０　測定システム

２　光源装置

３、１４　フローセル

４　ファブリペロー分光用チューナブルフィルタ

５、１７７　受光素子

６、１００　測定装置

１１　ＬＥＤ

１２、１６　ファイバ

１３　投光部

１５　受光部

１７　分光装置

１１０　光源制御部

１２０　分光制御部

１３０　受光制御部

１４０　入力部

１５０　出力部

１６０　記憶部

１７０　制御部

１７１　取得部

１７２　演算部

１７３　提供部

請求の範囲

[請求項1] 濃度の測定対象と対応する特定波長を含む光を出射する光源部と、

前記測定対象を介して前記光源部から出射された光を分光するファブリペロー型の分光部と、

前記分光部により分光された前記特定波長の光の強度に基づいて、前記測定対象の濃度を測定する測定部と

を有することを特徴とする測定装置。

[請求項2] 前記光源部は、前記特定波長を含む光を出射可能な発光素子を１つ以上有する

ことを特徴とする請求項１に記載の測定装置。

[請求項3] 前記光源部は、前記測定対象と対応する複数の特定波長の光を出射し、

前記分光部は、前記測定対象と対応する複数の特定波長の光をそれぞれ分光し、

前記測定部は、前記分光部により分光された複数の特定波長の光の強度に基づいて、前記測定対象の濃度を測定する

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] 前記光源部は、複数の測定対象のそれぞれと対応する特定波長を含む光を出射し、

前記分光部は、複数の特定波長を含む光を分光し、

前記測定部は、前記分光部により分光された複数の特定波長の光の強度に基づいて、前記複数の測定対象の濃度を測定する

ことを特徴とする請求項１～３のうちいずれか１つに記載の測定装置。

[請求項5] 前記光源部は、少なくとも、前記複数の測定対象と同数の特定波長を含む光を出射し、

前記分光部は、前記光源部が出射した複数の特定波長を含む光を分光し、

前記測定部は、前記分光部により分光された複数の特定波長の光の強度に基づいて、前記複数の測定対象の濃度を測定する

ことを特徴とする請求項４に記載の測定装置。

[請求項6] 前記測定部は、各測定対象の濃度を特定波長における吸光度に変換する吸光係数に基づく行列と、前記分光部により分光された特定波長の光の強度に基づいた吸光度とに基づいて、各測定対象の濃度を算出する

ことを特徴とする請求項３～５のうちいずれか１つに記載の測定装置。

[請求項7] 前記光源部は、当該測定対象が吸収する光の波長を前記特定波長とした光を出射する

ことを特徴とする請求項１～６のうちいずれか１つに記載の測定装置。

[請求項8] 前記光源部は、所定の溶媒に溶解する測定対象と対応する特定波長を含む光を出射し、

前記分光部は、前記所定の溶媒に前記測定対象が溶解した溶液を介して前記光源部から出射された光を受光する

ことを特徴とする請求項１～７のうちいずれか１つに記載の測定装置。

[請求項9] 濃度の測定対象と対応する波長の光を出射する光源装置と、

前記測定対象を介して前記光源装置から出射された光を分光するファブリペロー型の分光装置と、

前記分光装置により分光された光の強度に基づいて、前記測定対象の濃度を測定する測定装置と

を有することを特徴とする測定システム。

[請求項10] 測定装置が実行する測定方法であって、

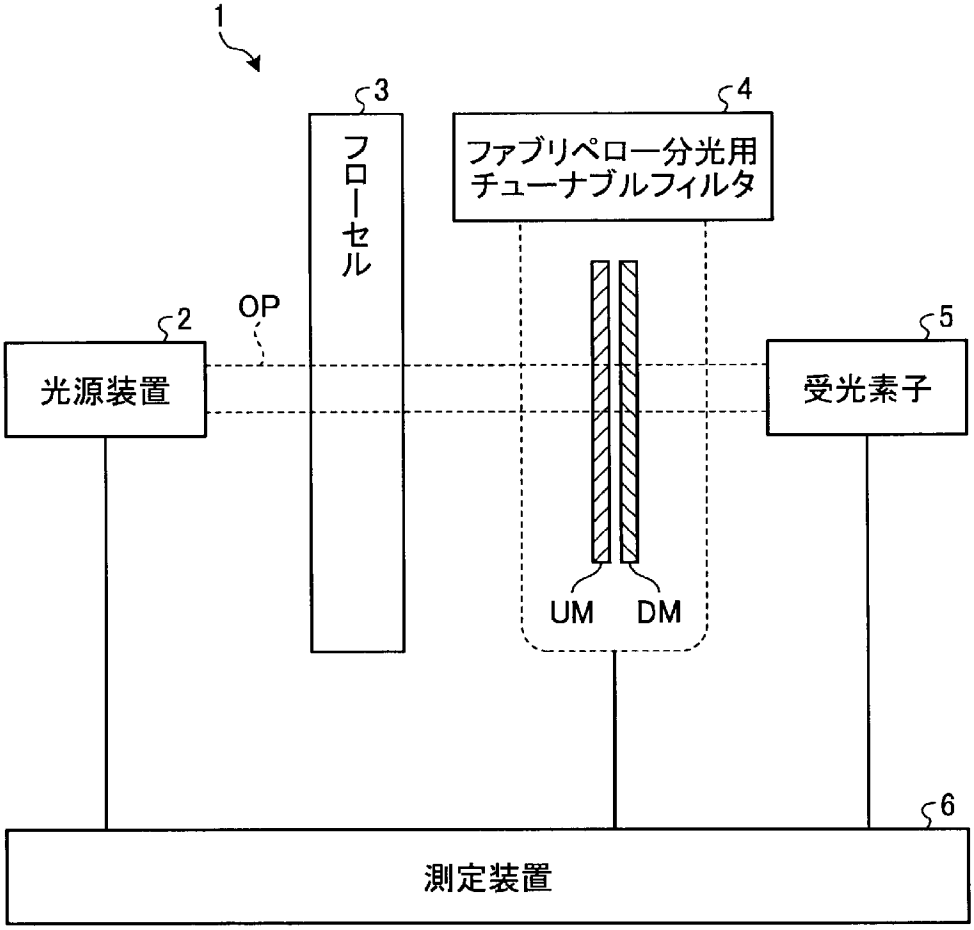
光源から出射された濃度の測定対象と対応する波長の光を、濃度の測定対象を介して受光し、ファブリペロー型の分光器を用いて、受光

した光を分光する分光工程と、

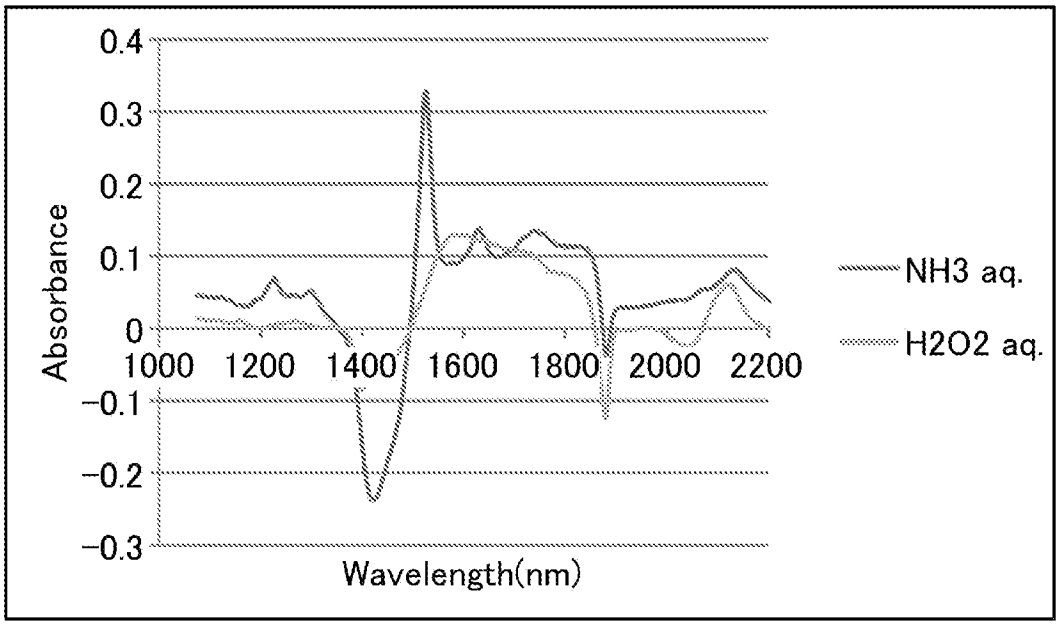
前記分光工程により分光された光の強度に基づいて、前記測定対象の濃度を測定する測定工程と

を含むことを特徴とする測定方法。

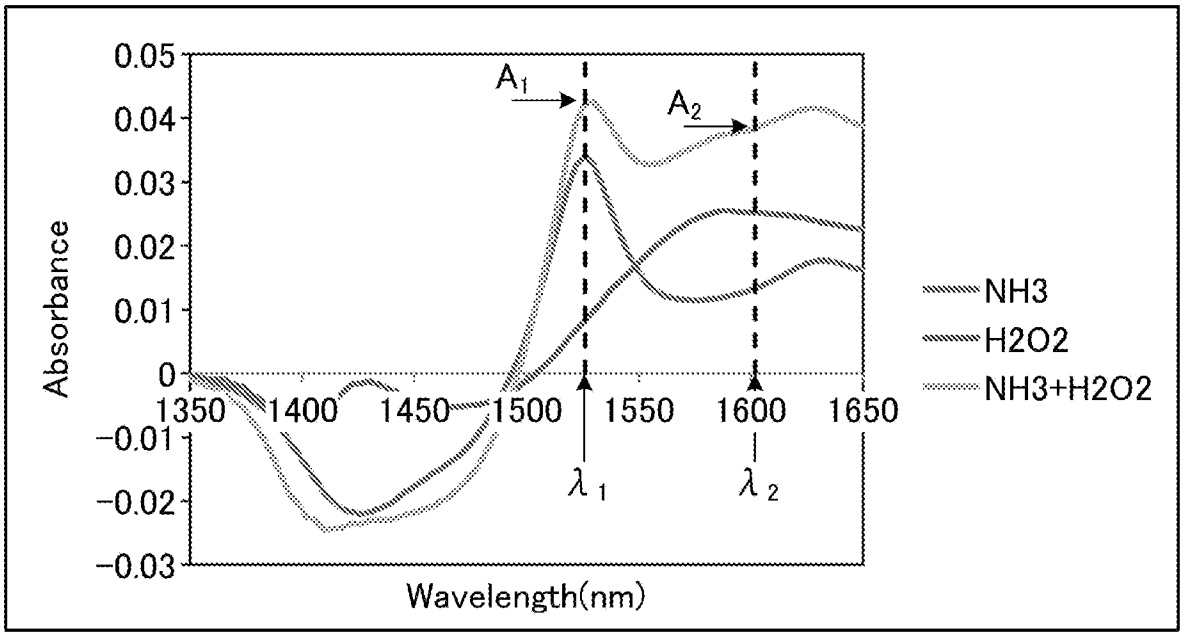
[図1]



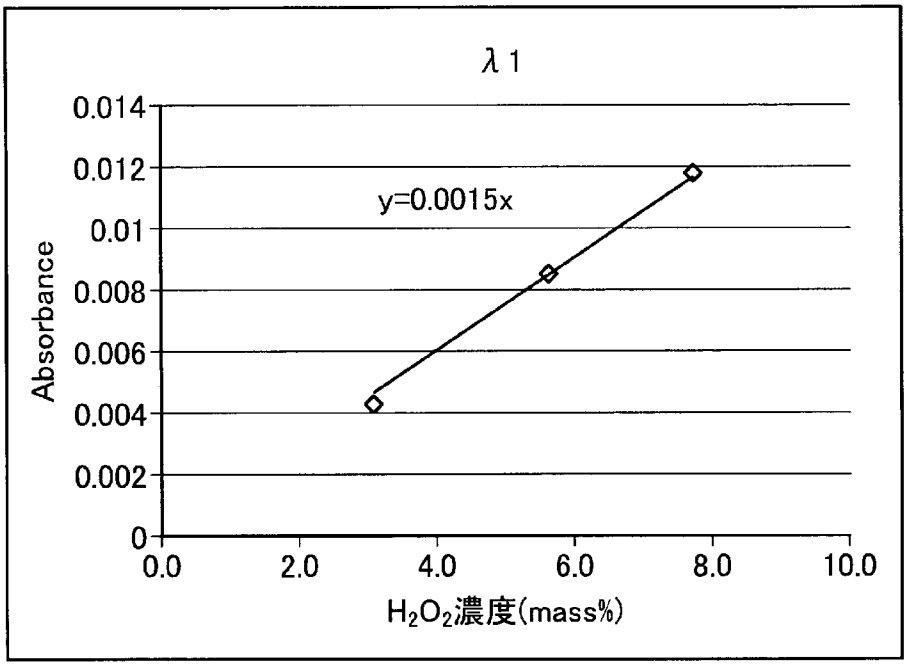
[図2]


0.4
0.3
0.2
0.1
0
−0.1
−0.2
−0.3
Absorbance
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2200
Wavelength(nm)
NH3 aq.
H2O2 aq.

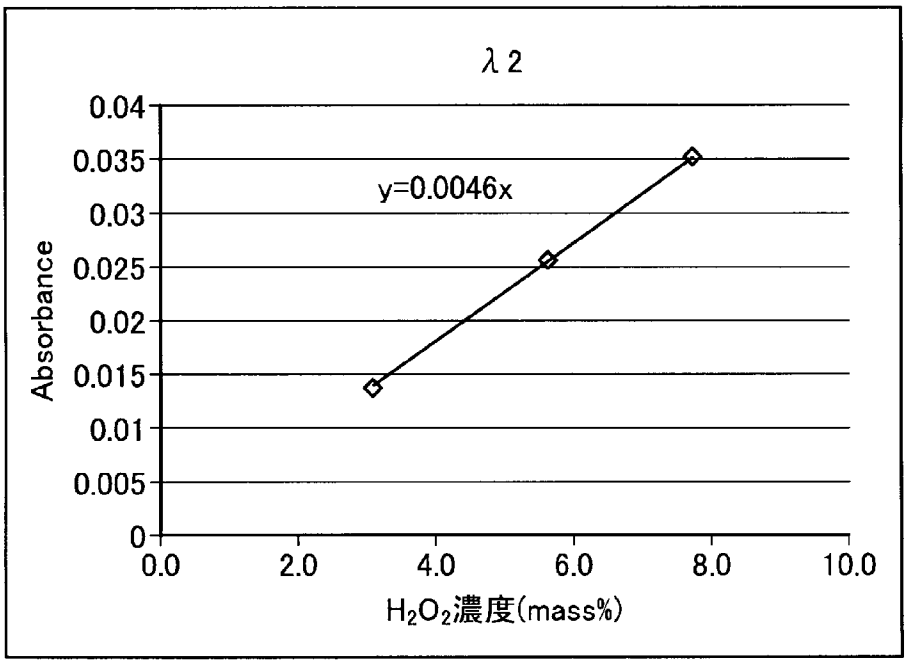
[図3]


0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
−0.01
−0.02
−0.03
Absorbance
A1
A2
1350
1400
1450
1500
1550
1600
1650
λ1
λ2
Wavelength(nm)
NH3
H2O2
NH3+H2O2

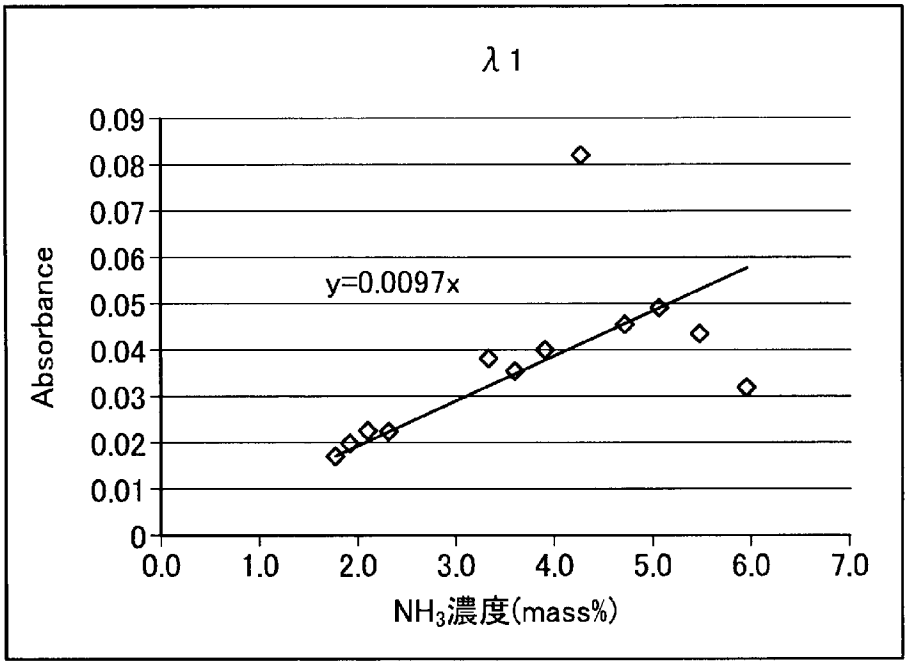
[図4]


λ1
0.014
0.012
0.01
0.008
0.006
0.004
0.002
0
Absorbance
y=0.0015x
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
H2O2濃度(mass%)

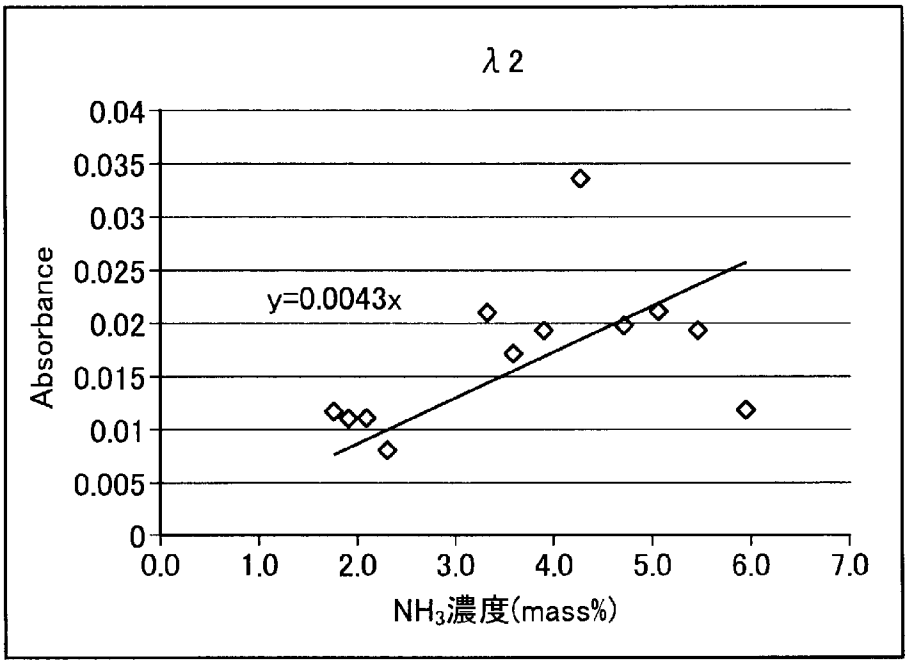
[図5]


λ2
0.04
0.035
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
Absorbance
y=0.0046x
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
H2O2濃度(mass%)

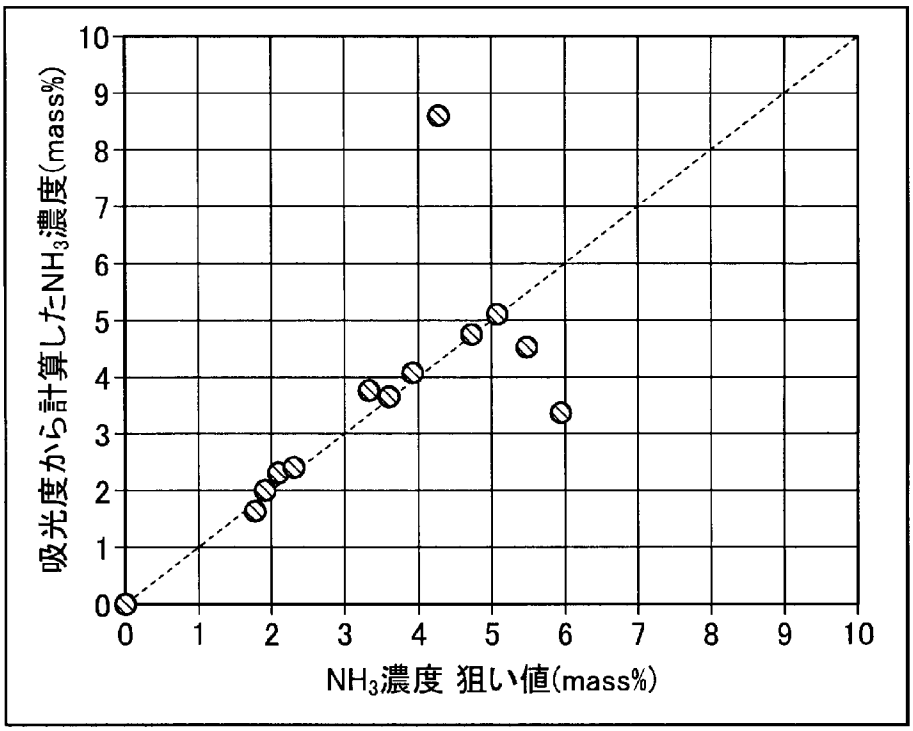
[図6]


λ1
Absorbance
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
y=0.0097x
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
NH3濃度(mass%)

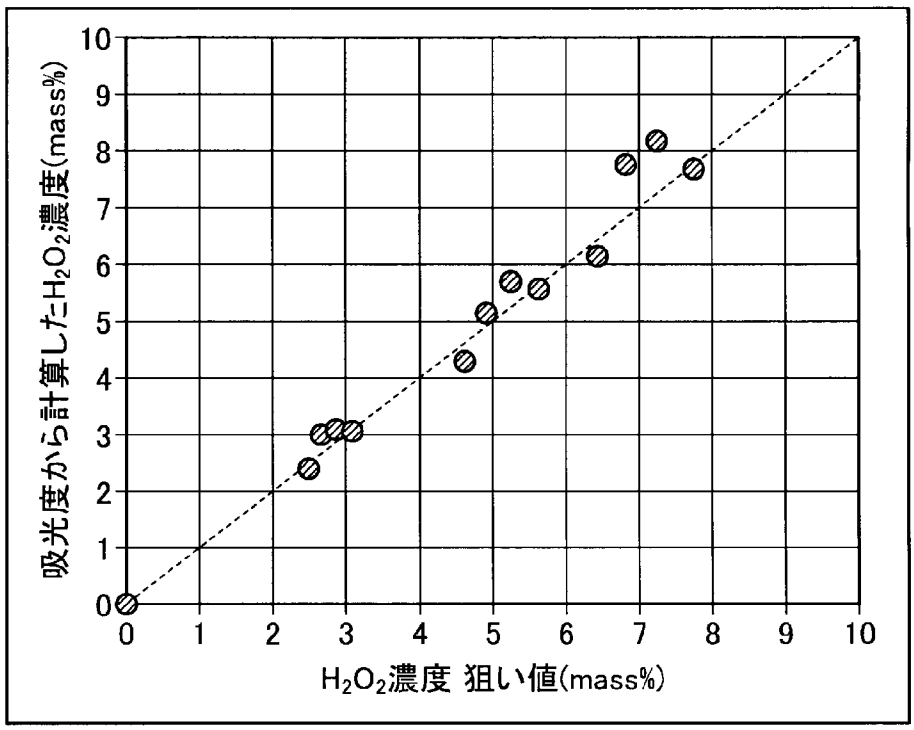
[図7]


λ2
Absorbance
0.04
0.035
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
y=0.0043x
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
NH3濃度(mass%)

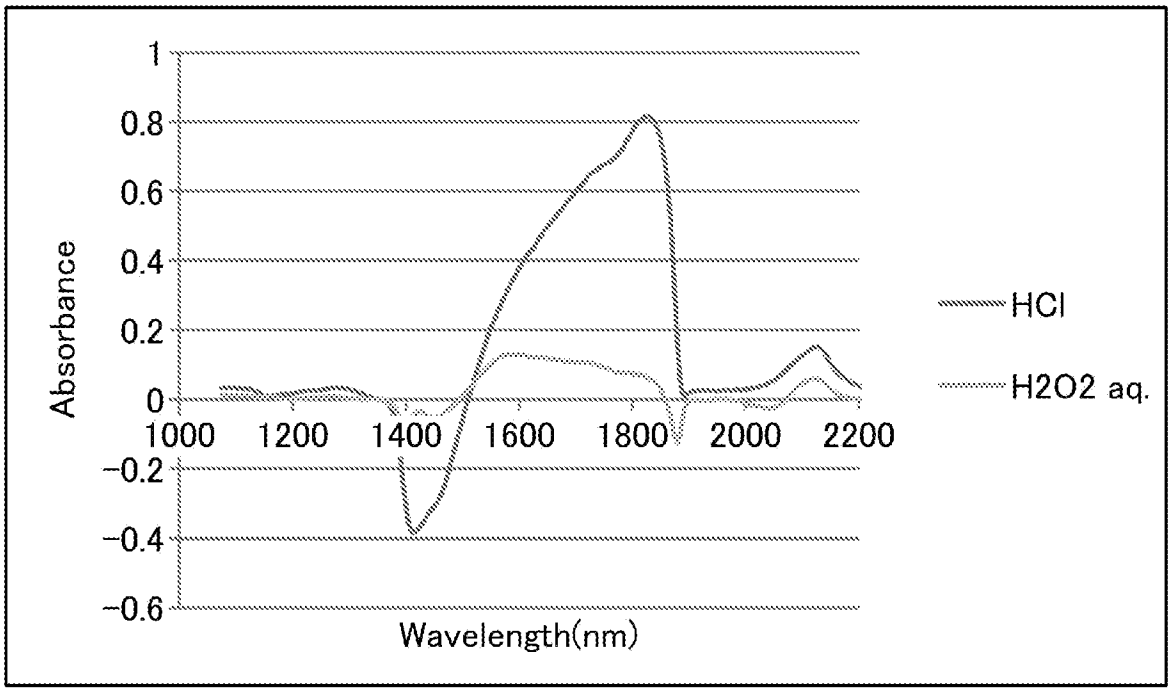
[図8]


吸光度から計算したNH3濃度(mass%)
NH3濃度 狙い値(mass%)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

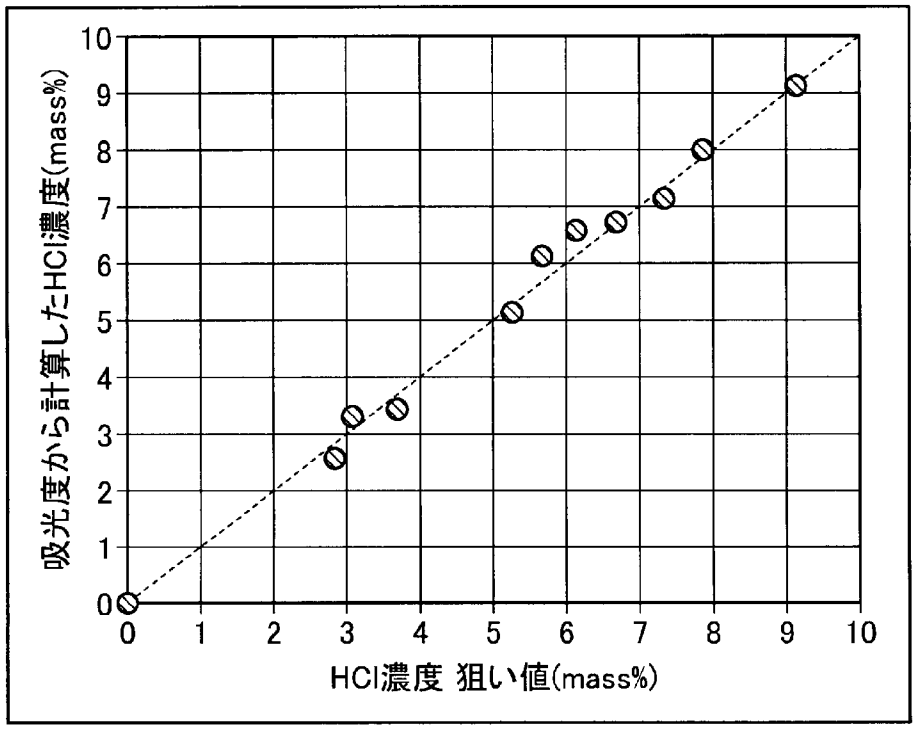
[図9]


吸光度から計算したH2O2濃度(mass%)
H2O2濃度 狙い値(mass%)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

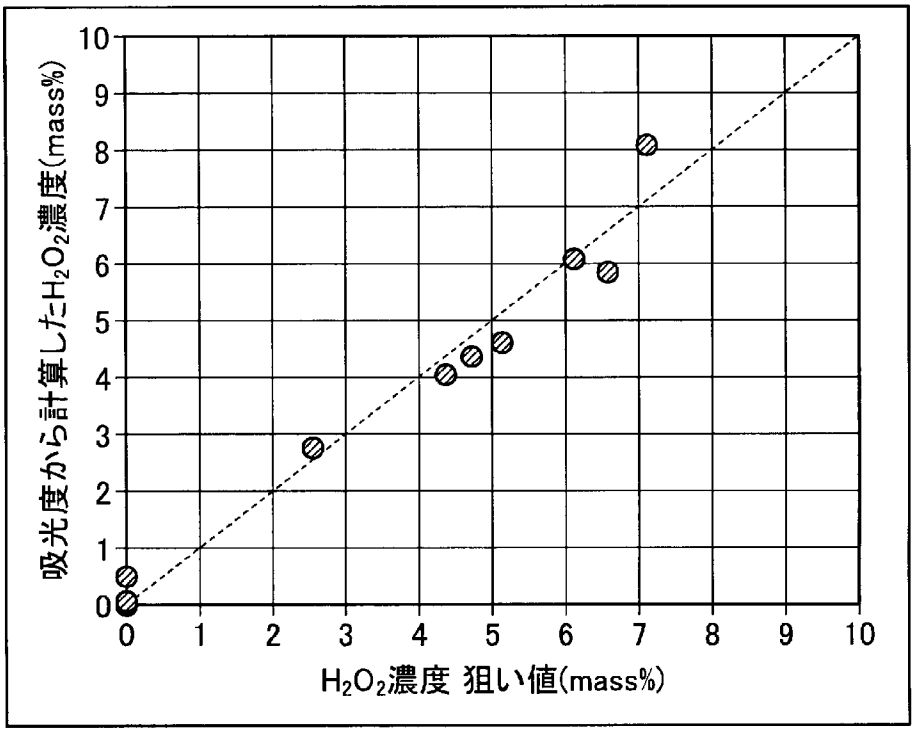
[図10]


Absorbance
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
−0.2
−0.4
−0.6
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2200
Wavelength(nm)
HCl
H2O2 aq.

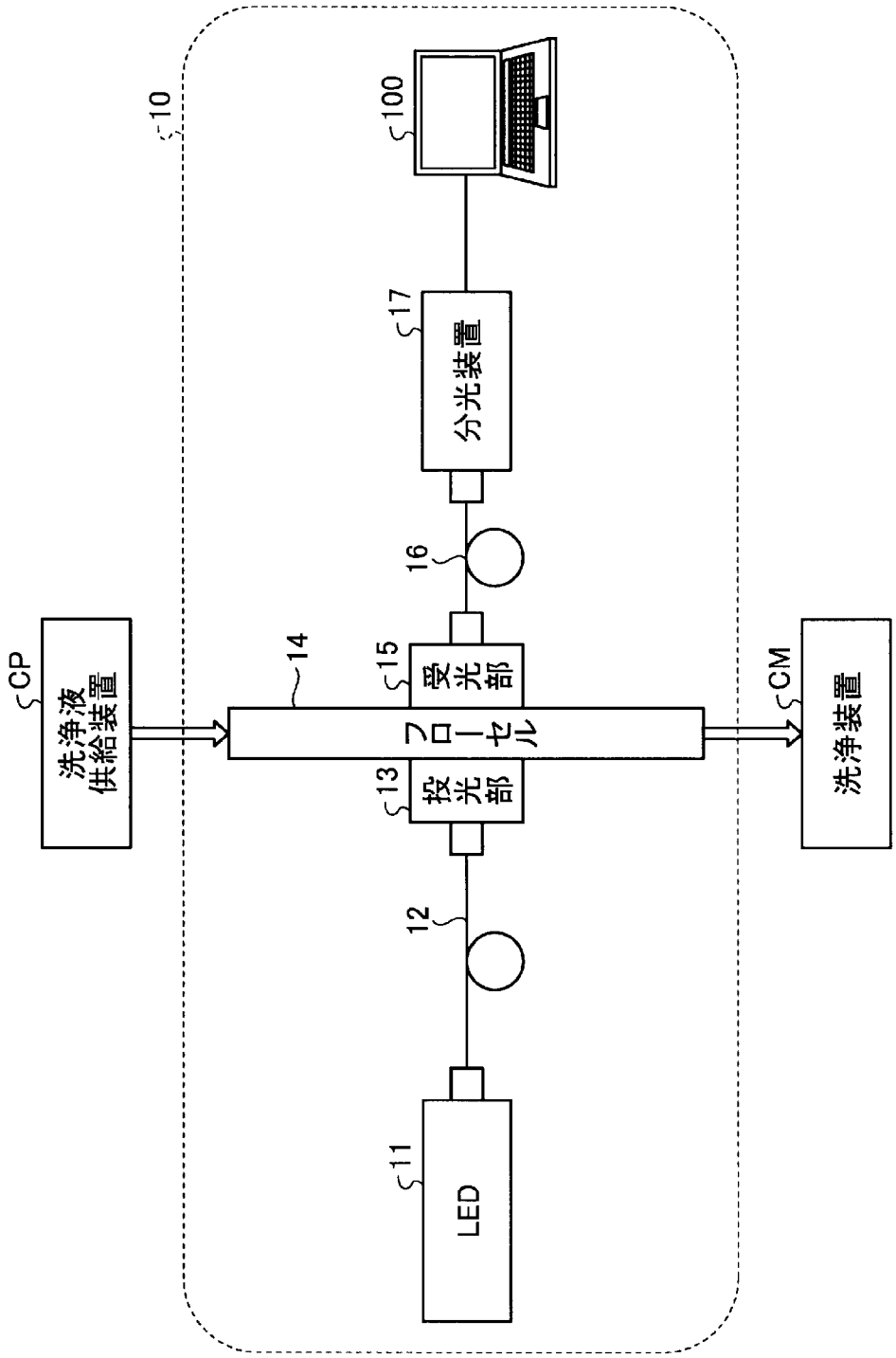
[図11]


吸光度から計算したHCl濃度(mass%)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
HCl濃度 狙い値(mass%)

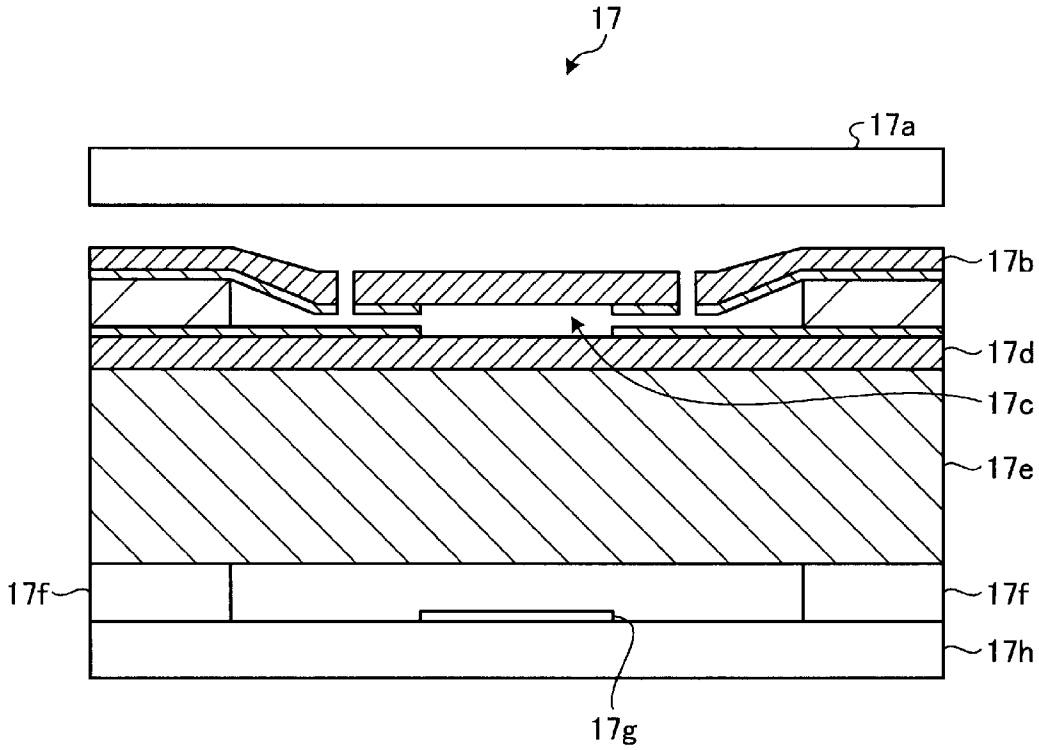
[図12]



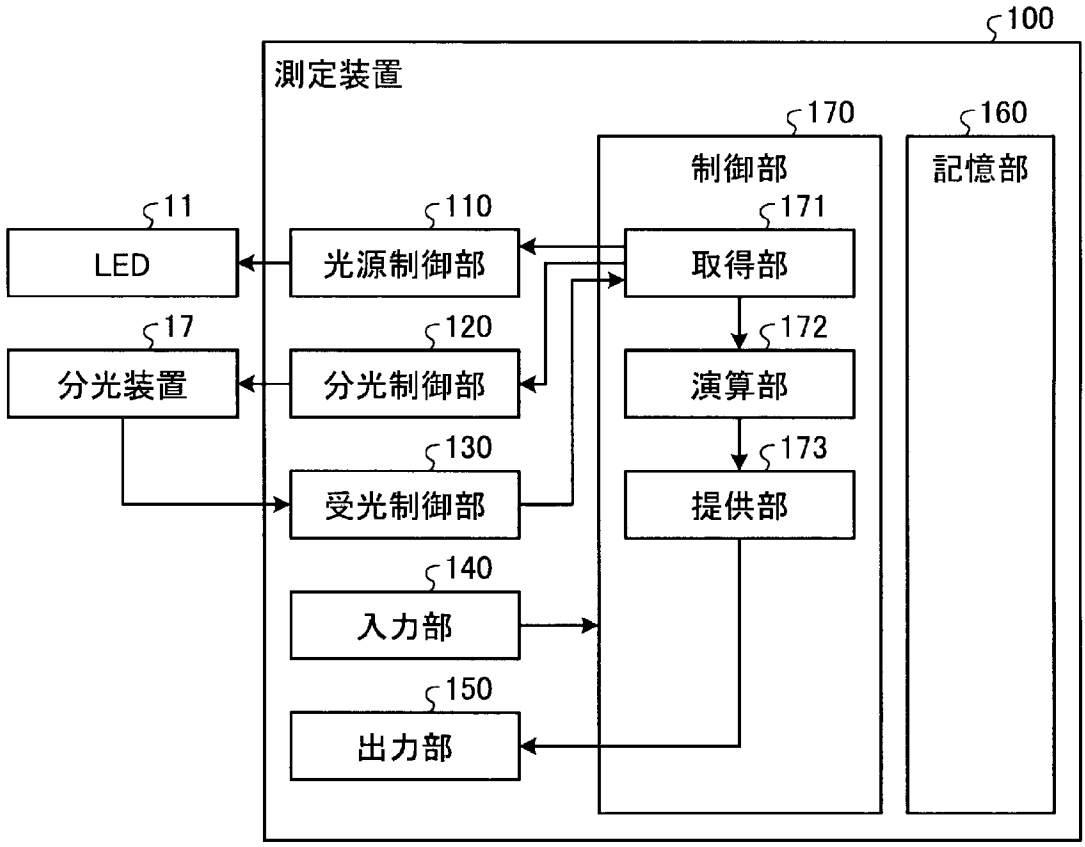
[図13]


10
100
17
分光装置
16
CP
洗浄液供給装置
14
15
受光部
フローセル
CM
洗浄装置
13
投光部
12
11
LED

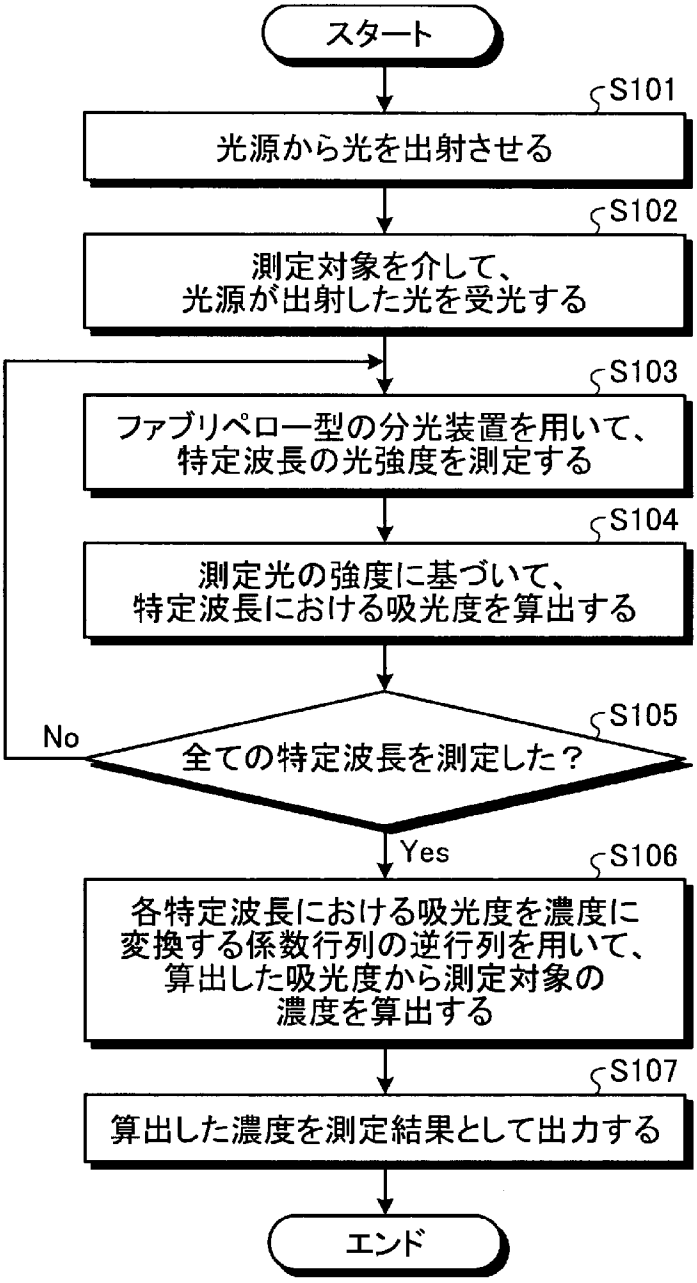
[図14]



[図15]


100
測定装置
170
制御部
160
記憶部
11
LED
110
光源制御部
171
取得部
17
分光装置
120
分光制御部
172
演算部
130
受光制御部
173
提供部
140
入力部
150
出力部

[図16]


スタート
S101
光源から光を出射させる
S102
測定対象を介して、
光源が出射した光を受光する
S103
ファブリペロー型の分光装置を用いて、
特定波長の光強度を測定する
S104
測定光の強度に基づいて、
特定波長における吸光度を算出する
S105
No
全ての特定波長を測定した？
Yes
S106
各特定波長における吸光度を濃度に
変換する係数行列の逆行列を用いて、
算出した吸光度から測定対象の
濃度を算出する
S107
算出した濃度を測定結果として出力する
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/001879

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01N21/05(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i, G01N21/45(2006.01)i
FI: G01N21/27 Z, G01N21/45 Z, G01N21/05
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. G01N21/05, G01N21/27, G01N21/45

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	JP 2013-205113 A (NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY) 07 October 2013, paragraphs [0015]-[0028], [0060]-[0071], fig. 1, 2	1-10
A	JP 2017-187503 A (DRAEGERWERK AG & CO KGAA) 12 October 2017, entire text, all drawings	1-10
A	JP 2015-52586 A (TOSHIBA CORP.) 19 March 2015, entire text, all drawings	1-10
A	JP 2008-229239 A (HITACHI, LTD.) 02 October 2008, entire text, all drawings	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
30.03.2020	07.04.2020
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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/001879

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2013-205113 A	07.10.2013	(Family: none)	
JP 2017-187503 A	12.10.2017	US 2015/0300948 A1 entire text, all drawings WO 2013/150102 A1 EP 2834607 A1 DE 102012007030 A1 CN 104412080 A	
JP 2015-52586 A	19.03.2015	WO 2015/019650 A1 entire text, all drawings	
JP 2008-229239 A	02.10.2008	US 2008/0234560 A1 entire text, all drawings EP 1972924 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/001879

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 21/05(2006.01)i; G01N 21/27(2006.01)i; G01N 21/45(2006.01)i
FI: G01N21/27 Z; G01N21/45 Z; G01N21/05

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））

G01N21/05; G01N21/27; G01N21/45

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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	JP 2013-205113 A (独立行政法人情報通信研究機構) 07.10.2013 (2013-10-07) 段落[0015]-[0028],[0060]-[0071],図1-2	1-10
A	JP 2017-187503 A (ドレーゲルヴェルク アクチェンゲゼルシャフト ウント コンパニー コマンディートゲゼルシャフト アウフ アクチェン) 12.10.2017 (2017-10-12) 全文,全図	1-10
A	JP 2015-52586 A (株式会社東芝) 19.03.2015 (2015-03-19) 全文,全図	1-10
A	JP 2008-229239 A (株式会社日立製作所) 02.10.2008 (2008-10-02) 全文,全図	1-10

☐ 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	国際調査報告の発送日
30.03.2020	07.04.2020

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）
中澤　真吾 2W 3414
電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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/JP2020/001879

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2013-205113 A	07.10.2013	（ファミリーなし）	
JP 2017-187503 A	12.10.2017	US 2015/0300948 A1 全文,全図 WO 2013/150102 A1 EP 2834607 A1 DE 102012007030 A1 CN 104412080 A	
JP 2015-52586 A	19.03.2015	WO 2015/019650 A1 全文,全図	
JP 2008-229239 A	02.10.2008	US 2008/0234560 A1 全文,全図 EP 1972924 A1	