

(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
2014年8月7日(07.08.2014)



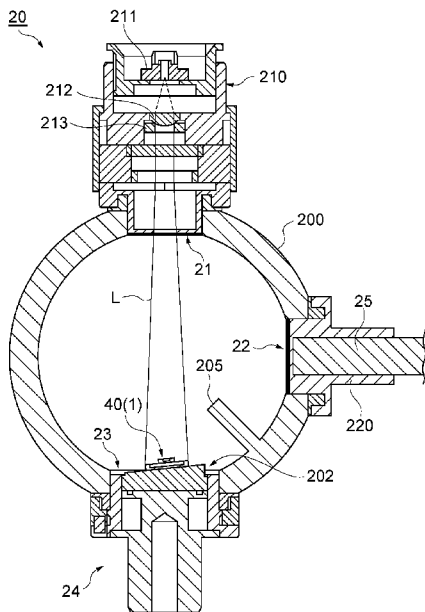
(10) 国際公開番号
WO 2014/119038 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/64 (2006.01) G01N 21/01 (2006.01)
G01J 3/443 (2006.01) G01N 21/03 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075033
- (22) 国際出願日: 2013年9月17日(17.09.2013)
- (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 2013-019409 2013年2月4日(04.02.2013) JP
- (71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 健吾(SUZUKI Kengo); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 井口 和也(IGUCHI Kazuya); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 江浦 茂(EURA Shigeru); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: SPECTRUM MEASURING DEVICE, SPECTRUM MEASURING METHOD, AND SPECIMEN CONTAINER

(54) 発明の名称: 分光測定装置、分光測定方法、及び試料容器



(57) Abstract: A spectrum measuring device, which emits excitation light onto a specimen to be measured and detects light to be measured, comprises: a light source to generate the excitation light; an entry opening into which the excitation light enters; an integrating device having an exit opening from which the light to be measured exits; an accommodating portion that is disposed in the integrating device and that accommodates the specimen; an input optical system to emit the excitation light onto the specimen; a light detecting device to detect the light to be measured that exits from the exit opening; and an analyzing means that calculates the quantum yield of the specimen on the basis of the detection value detected by the light detecting device. The excitation light is emitted onto a specimen so as to include the specimen.

(57) 要約: 測定対象となる試料に励起光を照射し、被測定光を検出する分光測定装置であって、励起光を発生させる光源と、励起光が入射される入射開口部と、被測定光を出射する出射開口部とを有する積分器と、積分器内に配置され、試料を収容する収容部と、試料に励起光を入射させる入射光学系と、出射開口部から出射された被測定光を検出する光検出器と、光検出器で検出された検出値に基づき試料の量子収率を算出する解析手段と、を備え、励起光は、試料を内包するように当該試料に照射される。

WO 2014/119038 A1



(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, 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))

明 細 書

発明の名称：分光測定装置、分光測定方法、及び試料容器

技術分野

[0001] 本発明は、分光測定装置、分光測定方法、及び試料容器に関する。

背景技術

[0002] 従来、測定対象となる試料に励起光を照射し、被測定光を検出する分光測定装置が知られており、この種の技術として、例えば特許文献1には、量子効率測定装置が記載されている。この特許文献1に記載された量子効率測定装置では、単一波長の放射の蛍光体における反射成分と、励起された蛍光発光の全放射成分とを積分球によって積分し、その分光エネルギー分布を測定すると共に、単一波長の放射の分光反射率標準における全反射成分を積分球によって積分し、その分光分布を測定する。そして、当該測定値に基づいて、蛍光体が吸収した光量子量と、蛍光発光の光量子量とを算出し、これらの比から蛍光体の量子収率を算出することが図られている。

[0003] また、例えば特許文献2には、量子収率を求める際、積分球内において励起光が直接当たらない位置に試料を固定し、励起光を試料に間接的に入射して得られた強度と、励起光を試料に直接入射して得られた強度とから、試料の吸収率を求める絶対蛍光量子効率測定装置が記載されている。また、非特許文献1～3には、試料の一部に励起光を入射することを前提にして量子収率を算出することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-215041号公報

特許文献2：特開2011-196735号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：「Measurement of absolute photoluminescence quantum efficiencies in conjugated polymers Chemical Physics Letters Volume 241」、

Issues 1–2、14 July 1995、Pages 89–96、N.C. Greenham、I.D.W. Samuel、G.R. Hayes、R.T. Phillips、Y.A.R.R. Kessener、S.C. Moratti、A.B. Holmes、R.H. Friend

非特許文献2：「An improved experimental determination of external photoluminescence quantum efficiency Advanced Materials」、Vol. 9、Issue 3、March 1997、Pages 230–232、John C. de Mello、H. Felix Wittmann、Richard H. Friend

非特許文献3：「積分球を用いた絶対蛍光量子効率測定法の理論的検討」、第71回応用物理学学会学術講演会（2010年9月12日）、14p-NK-6、市野善朗（2010.9.12）14p-NK-6

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、一般的に、試料が励起されると、全方位に被測定光（蛍光）が放射される。また、多くの試料は、被測定光も吸収波長領域とするため、自身が発した被測定光を自身で吸収する自己吸収を起こす。この点、量子収率は、被測定光のフォトン数に対する試料に吸収された励起光のフォトン数の比で表されることから、自己吸収によって被測定光が吸収されると、算出する量子収率が真値に対して小さく見積もられてしまうおそれがある。

[0007] そこで、本発明の一側面は、量子収率を精度よく求めることが可能な分光測定装置、分光測定方法及び試料容器を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の一側面に係る分光測定装置は、測定対象となる試料に励起光を照射し、被測定光を検出する分光測定装置であって、励起光を発生させる光源と、励起光が入射される入射開口部と、被測定光を出射する出射開口部とを有する積分器と、積分器内に配置され、試料を収容する収容部と、試料に励起光を入射させる入射光学系と、出射開口部から出射された被測定光を検出する光検出器と、光検出器で検出された検出値に基づき試料の量子収率を算出する解析手段と、を備え、励起光は、試料を内

包するように当該試料に照射されることを特徴とする。

[0009] 本発明の一側面に係る分光測定装置では、自己吸収量を減少させることができ、量子収率を精度よく求めることが可能となる。これは、次の理由による。すなわち、試料の一部に励起光が照射される場合には、試料において被照射領域と照射されない領域との境界面積が広い分、自己吸収量が多いのに対し、本発明の一側面に係る分光測定装置では、励起光が試料を内包するように照射されることから、試料において被照射領域と照射されない領域との境界面積が狭くなり、自己吸収量が小さくなるためである。

[0010] また、上記作用効果を好適に奏する構成として、具体的には、入射光学系は、励起光が試料を内包するように励起光を調整する構成が挙げられる。また、収容部は、励起光が試料を内包するように試料を収容する構成が挙げられる。

[0011] また、積分器は、収容部を積分器内に配置するための試料ホルダが取り付けられる試料導入開口部を有し、試料ホルダは、励起光における照射光軸の直交面に対し収容部の開口面が傾斜するように試料導入開口部に取り付けられていてもよい。この場合、励起光の反射光が直接入射開口に戻ることを防ぐことができる。

[0012] また、収容部の開口面の傾斜方向と収容部の開口面の長軸方向とは、互いに同方向であってもよい。また、入射光学系は、長軸を有する形状の開口を有する光学部材を備え、光学部材の開口の長軸方向と収容部の開口面の傾斜方向とは、角度を有していてもよい。これらの場合、励起光の照射形状がより縦長になり、収容部を確実に内包することができる。

[0013] また、試料ホルダは、収容部を含む試料容器を載置するための載置面を有し、励起光における照射光軸の直交面に対し載置面が傾斜するように、試料導入開口部に取り付けられる場合がある。このとき、試料ホルダは、載置面を有する傾斜部材を備える場合がある。また、入射光学系は、収容部の開口面に対する照射光軸の角度を調整する光学部材を有する場合がある。

[0014] また、本発明の一側面に係る分光測定方法は、測定対象となる試料に励起

光を照射し、被測定光を検出する分光測定方法であって、積分器内に試料を配置する工程と、励起光が試料を内包するように、積分器内へ励起光を照射して試料に入射させる工程と、積分器から出射された被測定光を検出する工程と、検出された被測定光に基づいて、試料の量子収率を算出する工程と、を含むことを特徴とする。

[0015] この分光測定方法においても、試料による被測定光の自己吸収量を減少させて量子収率を精度よく求めるといって上記作用効果が奏される。

[0016] また、本発明の一側面に係る試料容器は、積分器を利用した量子収率測定に用いられる試料容器であって、矩形板状の板部と、板部上に設けられた凸部と、凸部に設けられ、測定対象となる試料を収容する収容部と、を備え、収容部は、試料に照射される励起光が試料を内包するように、試料を収容することを特徴とする。

[0017] この試料容器においても、試料による被測定光の自己吸収量を減少させて量子収率を精度よく求めるといって上記作用効果が奏される。

[0018] ここで、凸部の断面は、円形状であってもよいし、収容部の開口は、長軸を有する形状であってもよい。また、上記試料容器は、貫通孔を有する円柱部材を、板状部材の面上に固定されることで形成されるものであって、板部が板状部材で構成され、凸部が円柱部材で構成され、収容部が貫通孔で構成されることが好ましく、この場合、比較的容易に試料容器を製造できる。

発明の効果

[0019] 本発明の一側面によれば、量子収率を精度よく求めることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]一実施形態に係る分光測定装置を示す斜視図である。

[図2]図1の分光測定装置における積分球の一例を示す断面図である。

[図3]図1の分光測定装置における試料容器の一例を示す斜視図である。

[図4]図1の分光測定装置における試料容器ホルダの一例を示す断面図である。

。

[図5]図4の試料容器ホルダを載置面側から見た平面図である。

[図6]アパーチャと収容部との関係を説明する図である。

[図7]図1の分光測定装置を用いた分光測定方法を示すフローチャートである。

[図8] (a) は収容容器への試料の収容を説明する斜視図、(b) は図7 (a) の続きを示す斜視図である。

[図9] (a) はリファレンス測定で検出された波長スペクトルの一例を示すグラフ、(b) はサンプル測定で検出された波長スペクトルの一例を示すグラフである。

[図10] (a) は励起光の照射面積及び試料の被照射面積の関係についての一例を示す模式図、(b) は励起光の照射面積及び試料の被照射面積の関係についての他の例を示す模式図である。

[図11]変形例に係る分光測定装置を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、図面を参照しつつ好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明において同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0022] 図1は、一実施形態に係る分光測定装置の構成を模式的に示す図である。図1に示すように、本実施形態による分光測定装置100Aは、測定対象となるサンプルとしての試料1について、フォトルミネッセンス法(PL法)によって蛍光特性等の発光特性を測定又は評価するものである。試料1は、例えば、有機EL(Electroluminescence)材料や、白色LED(Light Emitting Diode)用やFPD(Flat Panel Display)用等の発光材料等の蛍光試料であり、例えば粉末状、液体状(溶液状)、固体状又は薄膜状のもの等を用いることができる。

[0023] 分光測定装置100Aは、試料1に所定波長の励起光を照射し、当該照射に応じて生じた被測定光を検出する。この分光測定装置100Aは、励起光供給部10、積分球(積分器)20、分光分析装置30及びデータ解析装置

50を備えている。励起光供給部10は、発光特性を測定するための励起光を試料1へ向けて照射するためのものである。励起光供給部10は、励起光源(光源)11と、入射用ライトガイド12と、光フィルタ13と、を少なくとも含んで構成されている。

[0024] 励起光源11は、励起光を発生させるものであり、例えばキセノンランプや分光器等により構成されている。入射用ライトガイド12は、励起光源11で生じた励起光を積分球20へと導光するものであり、入射用ライトガイド12としては、例えば光ファイバを用いることができる。光フィルタ13は、励起光源11からの光のうちで所定の波長成分を選択し、当該所定の波長成分の励起光を出射する。光フィルタ13としては、干渉フィルタ等が用いられている。

[0025] 積分球20は、励起光を積分球20内に入射するための入射開口部21と、被測定光を外部へと出射するための出射開口部22と、積分球20の内部に試料1を導入するための試料導入開口部23と、を有している。試料導入開口部23には、試料容器ホルダ(試料ホルダ)24が取り付けられ(固定されており)、積分球20内において試料容器ホルダ24上には、試料1を収容する試料容器40が載置されて保持されている。

[0026] 入射開口部21には、入射用ライトガイド12の出射端部が固定されていると共に、入射用ライトガイド12に対して励起光の照射方向前方側に光フィルタ13が設置されている。一方、出射開口部22には、被測定光を後段の分光分析装置30へと導光する出射用ライトガイド25の入射端部が固定されている。出射用ライトガイド25としては、例えばシングルファイバ、またはバンドルファイバを用いることができる。

[0027] 分光分析装置30は、積分球20の出射開口部22から出射され出射用ライトガイド25で導光された被測定光を分光し、その波長スペクトルを取得する。ここでの分光分析装置30は、分光部31及び分光データ生成部32を有するマルチチャンネル分光器として構成されている。

[0028] 分光部31は、被測定光を波長成分に分解する分光器31aと、分光器3

1 aで分解された被測定光を検出する光検出器31bとによって構成されている。光検出器31bとしては、例えば被測定光の各波長成分を検出するための複数チャンネル（例えば1024チャンネル）の画素が1次元に配列されたCCDリニアセンサを用いることができる。なお、分光部31による測定波長領域については、具体的な構成、用途等に応じて適宜に設定することができる。

[0029] 分光データ生成部32は、光検出器31bの各チャンネルから出力される検出信号に対して必要な信号処理を行って、被測定光の分光データである波長スペクトルのデータを生成する。この分光データ生成部32で生成された波長スペクトルのデータは、後段のデータ解析装置50へと出力される。

[0030] データ解析装置50は、分光分析装置30で生成された波長スペクトルに対して必要なデータ解析を行い、試料1についての情報を取得する解析手段である。ここでのデータ解析装置50は、分光分析装置30からの出力に基づき試料1の量子収率を算出する（詳しくは、後述）。

[0031] また、データ解析装置50には、データ解析等についての指示の入力、又は解析条件の入力等に用いられる入力装置61と、得られたデータ解析結果の表示等に用いられる表示装置62と、が接続されている。

[0032] 図2は、図1の分光測定装置における積分球の一例を示す断面図である。図2に示すように、積分球20は、例えば取付ねじ等によって架台（不図示）に取り付けられており、その内壁には、高拡散反射物質が塗布されている。積分球20は、積分球本体200を備え、積分球本体200には、上述した入射開口部21、出射開口部22、及び試料導入開口部23が設けられている。

[0033] 入射開口部21は、励起光Lにおける照射光軸（以下、単に「照射光軸」という）の上流側である積分球本体200上側に設けられている。この入射開口部21には、入射用ライトガイド12（図1参照）を積分球本体200に接続する入射用ライトガイドホルダ210が挿入されて取り付けられている。

- [0034] 入射用ライトガイドホルダ210は、出射用ライトガイド25を位置決めして保持するライトガイド保持部211を有している。また、入射用ライトガイドホルダ210には、コリメータレンズ212及びアパーチャ（光学部材）213が、照射光軸において上流から下流側にこの順で配設されている。コリメータレンズ212及びアパーチャ213は、試料1に励起光Lを入射させるための入射光学系を構成し、励起光Lが積分球20内で広がりながら伝播するように光学調整する。具体的には、コリメータレンズ212及びアパーチャ213は、図5に示すように、励起光Lの照射面積 S_2 を試料1の被照射面積 S_1 よりも大きくさせる所定広がり角で励起光Lを照射する。ここでは、試料1を内包するように当該試料1に励起光Lを照射する。
- [0035] なお、試料1の被照射面積 S_1 は、試料1において励起光Lを受ける被照射領域 R_1 の面積であり、励起光Lの照射面積 S_2 は、試料1への入射位置における励起光Lの照射領域 R_2 についての面積である。励起光Lの照射領域 R_2 は、上方視において（励起光Lの照射方向から見て）矩形状（例えば、長方形）を有しており、試料1への入射位置における長軸方向長さが例えば8mm程度となるように設定されている。
- [0036] 図2に戻り、出射開口部22は、積分球本体200の中心位置を通り且つ照射光軸の垂直面上における所定位置に設けられている。出射開口部22には、出射用ライトガイド25を積分球本体200に接続するライトガイドホルダ220が挿入されて取り付けられている。
- [0037] 試料導入開口部23は、積分球本体200の下側に入射開口部21と対向するように設けられている。試料導入開口部23には、試料容器40を積分球20内に配置させる試料容器ホルダ24が、挿入されて着脱自在に取り付けられている。
- [0038] また、積分球本体200の内壁面において試料導入開口部23と出射開口部22との間の所定位置には、積分球本体200の内部へ突出する遮光板205が設けられている。遮光板205は、試料1からの蛍光が出射用ライトガイド25に直接入射するのを防止する。

[0039] 図3は図1の分光測定装置における試料容器の一例を示す斜視図、図4は図1の分光測定装置における試料容器ホルダの一例を示す断面図、図5は図4の試料容器ホルダを載置面側から見た平面図である。図3に示すように、試料容器40は、積分球20を利用した量子収率測定等に用いられるものであって、矩形板状（例えば、長方形状）の鍔部（板部）41と、鍔部41上に設けられた凸部42と、凸部42に設けられ試料1を収容する凹部としての収容部43と、を有している。

[0040] なお、鍔部41の形状は、矩形状に限らず、円形形状や楕円形状など他の形状でもよい。このような試料容器40は、中心部分に貫通孔を有する円柱部材を板部材（板状部材）上に接着等により固定することで作製することができる。これにより、板部材のうち円柱部材が接着されていない部分が鍔部41となり、また、円柱部材の貫通穴が試料1を収容する凹部としての収容部43となる。このような製造方法によれば、比較的容易に試料容器40を製造することができる。

[0041] この試料容器40は、試料容器40による光の吸収を抑制する等のために好ましいとして、例えば石英や合成石英等の透明材料で形成されている。なお、試料容器40は、完全に透明されていなくともよい。凸部42は、上方から見て円形の外形を有しており、その断面が円形状となっている。収容部43は、上方から見て、鍔部41の長手方向に長尺状の長円形状（換言すると、鍔部41と同じ長軸を有するトラック形状）を有している。つまり、収容部43の開口による面（以下、収容部43の開口面43a）の長軸方向L1が鍔部41の長軸方向L2と同方向となる。また、収容部43の開口面43aの形状は長円形状に限らず、長方形状や楕円形状など、長軸を有する形状であればよい。収容部43の開口面43aの形状が長軸を有するため、開口面積を広くすることができる。この収容部43は、試料1に照射される励起光Lが試料1を内包するように試料1を収容する（図5参照）。

[0042] 図4、5に示すように、試料容器ホルダ24は、試料容器40を積分球20内で保持するものである。試料容器ホルダ24の積分球20内に導入され

る部分は、積分球20の内壁と同じ高拡散反射物質が塗布されている。この試料容器ホルダ24は、載置台（傾斜部材）241を備え、載置台241は、試料容器40を載置する載置面242を有している。載置面242は、試料容器ホルダ24が試料導入開口部23に取り付けられた際に、照射光軸の垂直面（直交面）に対し傾斜するように形成されている。よって、試料容器ホルダ24を積分球20の試料導入開口部23に取り付けることにより、収容部43の開口面43aを照射光軸の直交面に対し傾斜させることができる。この載置面242において外周近傍部には、上方に突出する凸部としての位置決め部243が形成されている。

[0043] 位置決め部243は、試料容器40の鍔部41の外形に対応する間隔で四箇所に配設されている。これら位置決め部243は、その内側上方の角部が切り欠かれたような角柱形状を有している。このような4つの位置決め部243の内側に入り込むように試料容器40を配置することで、試料容器40の鍔部41が各位置決め部243に係合し、これにより、試料容器40が載置台241上にて位置決めされて保持される。ここでの位置決め部243は、配置された試料容器40における収容部43の長軸方向と励起光Lの照射領域 R_2 の長軸方向とが同方向となるように、試料容器40を位置決めする。また、このとき、載置台241の傾斜方向も配置された試料容器40における収容部43の長軸方向と同方向のように位置決めされるため、収容部43の傾斜方向と長軸方向が同方向となる。

[0044] 図6は、アパーチャと収容部との関係を説明する図である。図6を用いて、上述したアパーチャ213の長軸方向及び収容部43の傾斜方向（収容部43の開口面43aの長軸方向）の関係と、その効果について説明する。図6(a), (c)に示すように、励起光Lは、アパーチャ213の開口により、長軸を有する形状（例えば、長方形）に整形され、積分球20内を広がりながら伝播する。従って、励起光Lの照射光軸の直交面は、長軸を有する形状となり、アパーチャ213の長軸方向と照射光軸の直交面は同方向となる。これに対し、図6(b), (c)に示すように、載置台241の傾斜

により、試料容器40の収容部43の開口面43aが、照射光軸の直交面に対し傾斜し、試料容器40の収容部43の開口面43aの傾斜方向と開口面43aの長軸方向が同方向となる（つまり、アパーチャ213の開口の長軸方向と収容部43の開口面43aの傾斜方向（または、長軸方向）は、角度を有して交わる）。従って、励起光Lの照射領域は、アパーチャ213で整形され形状よりもさらに縦長になるため、試料容器40の収容部43をより内包しやすくなる。

[0045] 次に、上記分光測定装置100Aによる分光測定方法について、図7のフローチャートを参照しつつ説明する。

[0046] まず、試料容器40が未設置の（つまり、試料1がない状態の）試料容器ホルダ24を試料導入開口部23に取り付ける（S1）。なお、この状態では、当該試料容器ホルダ24は、積分球20の内壁の一部として機能する。そして、積分球20内に試料1を配置しない状態での分光測定であるリフレンス測定を行う（S2）。

[0047] 具体的には、励起光源11から光を出射させ、入射用ライトガイド12によって入射開口部21から積分球20内へ励起光Lを導光させる。そして、積分球20内部で多重拡散反射した被測定光を、出射ライトガイド125によって出射開口部22から分光分析装置30へ導光させ、当該分光分析装置30により波長スペクトル15a（図9（a）参照）を得る。この波長スペクトル15aは励起波長領域に強度を持つため、データ解析装置50により、励起波長領域の強度を積算して励起光領域強度Laを取得する。

[0048] 次いで、試料容器40に試料1を収容する（S3）。すなわち、図8（a）に示すように、円環板状の収容補助カバー45を試料容器40に取り付ける。具体的には、収容補助カバー45において凸部42の断面外形に応じた形状の開口46に凸部42を挿入させて嵌め込みつつ、当該収容補助カバー45を鍔部41上に載置して鍔部41の上方側を覆う。なお、収容補助カバー45は、その厚さが凸部42と同程度又はそれより小さくなっている。また、収容補助カバー45は、試料1が黄色等の色調を有することが多いこと

から、試料 1 の位置を把握するために好ましいとして黒色を有している。

[0049] なお、收容補助カバー 4 5 の形状は円環板状に限定されないが、開口 4 6 の形状は円形であるほうが好ましい。開口 4 6 に嵌め合わされる試料容器 4 0 の凸部 4 2 の外周形状を円形とすることで、ピンセットを用いた嵌合わせ等の取扱いが容易となる。

[0050] 続いて、図 8 (b) に示すように、收容補助カバー 4 5 を取り付けられた状態で、試料容器 4 0 の收容部 4 3 に試料 1 を收容する。そして、金属ハケ等で試料 1 の表面をならして試料 1 の露出部分を平坦にした後、ピンセット等で收容補助カバー 4 5 を試料容器 4 0 から取り外す。試料 1 を平坦化する際には、余分な試料 1 について收容補助カバー 4 5 上に載せることにより、收容補助カバー 4 5 を取り外す際に一緒に除去できる。これにより、試料容器 4 0 の收容部 4 3 以外の部分に試料 1 が付着することを防ぐことができる。ちなみに、試料 1 が收容部 4 3 以外に付着した状態で試料容器 4 0 を積分球 2 0 内に配置すると、積分球 2 0 の内部が汚染され、測定精度が低下するおそれがある。

[0051] 次いで、試料容器 4 0 の凸部 4 2 に試料カバー（不図示）を載置し、図 4 , 5 に示すように、試料容器 4 0 を試料容器ホルダ 2 4 の載置台 2 4 1 上に配置する (S 4)。このとき、4 つの位置決め部 2 4 3 内に試料容器 4 0 を配置し、これら位置決め部 2 4 3 に係止させる。これにより、試料容器ホルダ 2 4 上において、試料容器 4 0 が所定方向に方向付けされるように位置決めされて固定され、その結果、試料容器 4 0 の鏝部 4 1 の長軸方向と、收容部 4 3 の長軸方向と、励起光 L の照射領域 R_2 の長軸方向と、載置台 2 4 1 の傾斜方向 K_1 (收容部 4 3 の傾斜方向 K_2) とが、同方向となる。

[0052] 次いで、試料容器 4 0 が設置された試料容器ホルダ 2 4 を、試料導入開口部 2 3 に取り付ける (S 5)。そして、積分球 2 0 内に試料 1 を配置した状態での分光測定であるサンプル測定を行う (S 6)。

[0053] 具体的には、励起光源 1 1 から光を出射させ、入射用ライトガイド 1 2 によって入射開口部 2 1 から積分球 2 0 内へ励起光 L を導光させ、これにより

、励起光Lを試料容器ホルダ24上の試料1に照射する。このとき、励起光Lは、コリメータレンズを経て、アパーチャ213を通過することで、積分球20内で広がりながら矩形状で試料1に照射される。その結果、図5に示すように、励起光Lが試料1を内包するように照射される。

[0054] なお、アパーチャ213は、長軸を有する形状の開口を有することが好ましい。当該長軸を有する形状としては、楕円形状や長方形形状などが挙げられる。このとき、アパーチャ213の開口の長軸方向と励起光Lの照射光軸の直交面の長軸方向は同方向となる。従って、アパーチャ213の開口の長軸方向と試料容器40の収容部43の傾斜方向K2（長軸方向）は、角度を有して交わる。

[0055] 続いて、積分球20内部で多重拡散反射した被測定光を、出射ライトガイド125によって出射開口部22から分光分析装置30へ導光させ、当該分光分析装置30により波長スペクトル15b（図9（b）参照）を得る。ここでの被測定光としては、励起光Lの照射により試料1で生じた蛍光等の発光、及び励起光Lのうち試料1で散乱、反射等された光成分を含んでいる。

[0056] そして、データ解析装置50により、波長スペクトル15bにおける励起波長領域の強度を積算して励起光領域強度Lbを取得すると共に、蛍光波長領域の強度を積算して蛍光領域強度Lcを取得する。なお、励起光領域強度Lbは、試料1によって励起光Lが吸収される分その強度が減少するものとなり、蛍光領域強度Lcは、試料1から発生した蛍光量となる。

[0057] 次いで、取得した強度La, Lb, Lcに基づいて、データ解析装置50により量子収率を算出する（S7）。量子収率は、試料1が発した光のフォトン数と試料1に吸収された励起光Lのフォトン数との比で表されることから、「試料1の外部量子効率（試料1から発生した蛍光量）」／「試料1の光吸収率（試料1に吸収された励起光量）」で求めることができる。よって、上記S7では、例えば、励起光領域強度La, Lbの差分に基づいて光吸収率を算出し、蛍光領域強度Lcに関する外部量子効率を当該光吸収率で除算することにより、量子収率を求める。最後に、解析結果を表示装置62に

表示させ、測定を終了する。

[0058] ここで、本実施形態における上記演算では、波長スペクトル15 a, 15 bに対し、分光測定装置100 A全体での測定特性や検出感度等についての装置補正を行うことができる。装置補正に用いられる装置補正係数は、例えば、予め求めてデータ解析装置50に記憶させることができる。これにより、分光測定装置100 A自身の影響を、試料1の分光測定に好適に考慮することが可能となる。

[0059] また、本実施形態における上記演算では、波長スペクトル15 a, 15 bに対し、試料容器40による光の吸収に関する容器補正を行うことができる。容器補正に用いられる容器補正係数は、例えば、試料1の分光測定（上記S2, S6）とは別に、白色光を用いてリファレンス測定及びサンプル測定を行うことにより算出できる。これにより、試料容器40による光の吸収の影響を、試料1の分光測定に好適に考慮することが可能となる。

[0060] ところで、試料1が励起されると、全方位に蛍光が放射され、また、多くの試料1は、蛍光波長の光も吸収波長領域とすることから、試料1が発した蛍光を試料1自身で吸収する自己吸収を起こす。そのため、当該自己吸収によって量子収率が小さく見積もられてしまうことが懸念される。

[0061] この点、本実施形態では、次の理由から、自己吸収量を減少させることができ、量子収率を精度よく求めることが可能となる。すなわち、試料1の一部に励起光Lが照射される場合には、試料1において被照射領域と照射されない領域との境界面積が広い分、自己吸収量が多いのに対し、本実施形態では、励起光Lが試料1全体を内包するように照射されることから、試料1において被照射領域と照射されない領域との境界面積が狭くなり、自己吸収量が小さくなるためである。

[0062] また、例えば試料1を収容する試料容器として一般的なシャーレを用いる場合、要される試料1の量が多くなり、且つ、試料1の一部に励起光Lが照射されるために自己吸収量も多くなるという傾向がある。これに対し、本実施形態の試料容器40では、少量の試料1を収容でき、且つ、試料1全体を

包むように励起光Lを照射させることができるために、試料1の量が少なくても量子収率を精度よく測定することが可能となる。つまり、本実施形態は、積分球20を用いた量子収率測定において、少量サンプルに対しても測定可能となるものである。

[0063] また、一般的なシャーレを用いる場合には、収容する試料1の量がユーザーによって区々となり易いが、本実施形態の試料容器40を用いると、試料1の量を定量にでき、よって、異なる試料1の測定データを比較し易くできる。ちなみに、少ない試料1で測定する場合には、収容部43の深さを浅くすることも考えられるが、この場合、試料容器40に比べ、試料1が離散しやすくなるため、少なくとも使い勝手の点で実用的ではない。

[0064] なお、通常、量子収率測定における演算では、試料1の面積よりも励起光Lの照射面積 S_2 が小さいことを前提としており、試料1面積が励起光Lの照射面積 S_2 よりも小さい場合を想定していない。しかし、上述したように、量子収率は相対値で算出されることから、試料1面積及び照射面積 S_2 の影響をキャンセルできるため、かかる前提においても、本実施形態では、量子収率を精度よく求めることができるといえる。

[0065] また、本実施形態では、上述したように、試料容器40が照射光軸の垂直面に対し傾斜するように構成されている。これにより、入射開口部21から積分球20内に入射した励起光Lが、試料1で反射し入射開口部21から出射するのを抑制することができる。その結果、試料1からの被測定光や試料1で反射した励起光Lを、積分球20内で積極的に多重反射させることができ、より正確に量子収率を測定可能となる。

[0066] また、本実施形態では、上述したように、試料1を収容部43に収容する際、収容補助カバー45により、鏝部41に試料1が付着するのを防止でき、積分球20の内壁や試料容器ホルダ24に塗布された高拡散反射物質に試料1が付着するのを抑制できる。また、試料容器40の収容部43の長軸が鏝部41の長軸と同方向とされていることから、試料容器40を取り付けた際、収容部43の方向を一義的に決めることができる。

- [0067] また、本実施形態において積分球本体 200 の出射開口部 22 の位置は、特に限定されるものではなく、例えば試料 1 からの被測定光が直接入射しない位置であれば、何れの位置でもよい。
- [0068] ちなみに、本実施形態では、励起光 L が試料 1 を内包するように、光出射部 7 からの励起光 L を広げるレンズをさらに設けてもよい。また、コリメータレンズ 212 及びアパーチャ 213 を入射光学系として備えているが、これら何れか一方のみを備えていてもよい。さらにまた、広がった励起光 L が入射用ライトガイド 12 から出射されることから、入射光学系を入射用ライトガイド 12 の出射端部を含んで（又はのみで）構成してもよい。
- [0069] 図 11 は、変形例に係る分光測定装置を示す断面図である。図 11 に示すように、変形例に係る分光測定装置 100B は、試料 1 に対して斜めから励起光 L を照射可能な構成を有している。このような分光測定装置 100B は、暗箱 5 を備えている。
- [0070] 暗箱 5 は、金属からなる直方体状の箱体であって、外部からの光の侵入を遮断する。暗箱 5 の内面 5a には、励起光 L 及び被測定光を吸収する材料による塗装等が施されている。この暗箱 5 内には、積分球 14 が配置されている。積分球 14 は、その内面 14a に硫酸バリウム等の高拡散反射剤の塗布が施されるか、若しくは PTFE やスペクトロン等の材料で形成されている。この積分球 14 には、出射開口部を介して光検出部（不図示、光検出器）が接続されている。
- [0071] また、暗箱 5 の一方の側壁には、光発生部（不図示）の光出射部 7 が接続されている。光発生部は、例えばキセノンランプや分光器等により構成された励起光源であって、励起光 L を発生させる。励起光 L は、光出射部 7 に設けられたレンズ 8 によってコリメートされて、暗箱 5 内に入射する。
- [0072] また、暗箱 5 内においてレンズ 8 と積分球 14 との間には、コリメータレンズ 64、ミラー 65、66 が、照射光軸において上流から下流側にこの順で配設されている。積分球 14 の入射開口部 21 には、アパーチャ 67 が設けられている。アパーチャ 67 は、長軸を有する形状の開口部を有しており

、アパーチャ67の開口部の少なくとも一部には、切欠き67aが形成されている。切欠き67aの形状は、アパーチャ67を通過し試料1に入射される励起光Lが試料1の領域（上方視における試料1の面積）よりも広くなるように形成されている。

[0073] これらコリメータレンズ64、ミラー65、66及びアパーチャ67は、試料1に励起光Lを入射させるための入射光学系を構成する。この入射光学系においては、暗箱5に入射した励起光Lは、コリメータレンズ64で平行化され、ミラー65、66で順次反射され、アパーチャ67を通過して積分球14に入射され、これにより、励起光Lは、積分球14内において試料1を内包するように試料容器40へ照射される。ミラー66は、励起光Lの照射光軸の直交面（垂直面）が、試料容器40の収容部43の開口面43aに対し、傾斜するように、励起光Lの照射光軸の入射角度を調整する光学部材である。これにより、励起光Lの照射光軸の直交面に対する収容部43の開口面43aの傾斜方向と、収容部43の開口面43aの長軸方向L1（図3参照）が同方向となる。

[0074] なお、変形例に係る分光測定装置100Bでは、励起光Lが試料1を内包するように、光出射部7からの励起光Lを広げるレンズを設けてもよい。また、コリメータレンズ64、ミラー65、66及びアパーチャ67を入射光学系として備えているが、アパーチャ67のみ備えていてもよい。さらにまた、広がった励起光Lが光出射部7から出射されることから、入射光学系を光出射部7の出射端部を含んで（又はのみで）構成してもよい。

[0075] 以上、好適な実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限られるものではなく、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で変形し、又は他のものに適用してもよい。

[0076] 例えば、また、上記実施形態では、積分器として積分球14を用いたが、その内部の光を空間的に積分する手段（光学コンポーネント）であればよく、例えば特開2009-103654号公報に開示された積分半球を用いてもよい。また、上記実施形態では、励起光Lが試料1を内包するように構成

すればよく、例えば、励起光Lの入射光学系、及び、試料容器40の収容部43の形状の少なくとも一方を調整することにより、励起光Lが試料1を内包するようにしてもよい。

[0077] また、上記実施形態では、積分器に取り付けられる試料ホルダである試料容器ホルダ24が収容部43を有する試料容器40を保持したが、収容部43を有する試料容器ホルダ24を積分器に取り付けてもよい。

[0078] また、上記実施形態では、分光測定装置および分光測定方法の対象として、主に量子収率（効率）測定を挙げたが、これに限らず、反射率測定や透過率測定等を対象としてもよい。

産業上の利用可能性

[0079] 本発明の一側面によれば、量子収率を精度よく求めることが可能となる。

符号の説明

[0080] 1…試料、11…励起光源（光源）、14、20…積分器、21…入射開口部、22…出射開口部、23…試料導入開口部、24…試料容器ホルダ（試料ホルダ）、31b…光検出器、40…試料容器、41…板部（鏝部）、42…凸部、43…収容部、43a…開口面、50…データ解析装置（解析手段）、64…コリメータレンズ（入射光学系）、65、66…ミラー（入射光学系）、67…アパーチャ（入射光学系）、100A、100B…分光測定装置、212…コリメータレンズ（入射光学系）、213…アパーチャ（入射光学系、光学部材）、241…載置台（傾斜部材）、L…励起光。

請求の範囲

- [請求項1] 測定対象となる試料に励起光を照射し、被測定光を検出する分光測定装置であって、
- 前記励起光を発生させる光源と、
 - 前記励起光が入射される入射開口部と、前記被測定光を出射する出射開口部とを有する積分器と、
 - 前記積分器内に配置され、前記試料を収容する収容部と、
 - 前記試料に前記励起光を入射させる入射光学系と、
 - 前記出射開口部から出射された前記被測定光を検出する光検出器と、
 - 前記光検出器で検出された検出値に基づき前記試料の量子収率を算出する解析手段と、を備え、
 - 前記励起光は、前記試料を内包するように当該試料に照射される、分光測定装置。
- [請求項2] 前記入射光学系は、前記励起光が前記試料を内包するように前記励起光を調整する、請求項1に記載の分光測定装置。
- [請求項3] 前記収容部は、前記励起光が前記試料を内包するように前記試料を収容する、請求項1又は2に記載の分光測定装置。
- [請求項4] 前記積分器は、前記収容部を前記積分器内に配置するための試料ホルダが取り付けられる試料導入開口部を有し、
- 前記試料ホルダは、前記励起光における照射光軸の直交面に対し前記収容部の開口面が傾斜するように前記試料導入開口部に取り付けられる、請求項1～3の何れか一項に記載の分光測定装置。
- [請求項5] 前記収容部の前記開口面の傾斜方向と前記収容部の開口面の長軸方向とは、互いに同方向である、請求項4に記載の分光測定装置。
- [請求項6] 前記入射光学系は、長軸を有する形状の開口を有する光学部材を備え、
- 前記光学部材の開口の長軸方向と前記収容部の開口面の傾斜方向と

は、角度を有する、請求項 4 又は 5 に記載の分光測定装置。

[請求項7]

前記試料ホルダは、

前記収容部を含む試料容器を載置するための載置面を有し、

前記励起光における照射光軸の直交面に対し前記載置面が傾斜するように、前記試料導入開口部に取り付けられる、請求項 4～6 の何れか一項に記載の分光測定装置。

[請求項8]

前記試料ホルダは、前記載置面を有する傾斜部材を備える、請求項 7 に記載の分光測定装置。

[請求項9]

前記入射光学系は、前記収容部の開口面に対する照射光軸の角度を調整する光学部材を有する、請求項 4 又は 5 に記載の分光測定装置。

[請求項10]

測定対象となる試料に励起光を照射し、被測定光を検出する分光測定方法であって、

積分器内に前記試料を配置する工程と、

前記励起光が前記試料を内包するように、前記積分器内へ前記励起光を照射して前記試料に入射させる工程と、

前記積分器から出射された前記被測定光を検出する工程と、

検出された前記被測定光に基づき前記試料の量子収率を算出する工程と、を含む、分光測定方法。

[請求項11]

積分器を利用した量子収率測定に用いられる試料容器であって、

矩形板状の板部と、

前記板部上に設けられた凸部と、

前記凸部に設けられ、測定対象となる試料を収容する収容部と、を備え、

前記収容部は、前記試料に照射される励起光が前記試料を内包するように、前記試料を収容する、試料容器。

[請求項12]

前記凸部の断面は、円形状である、請求項 11 に記載の試料容器。

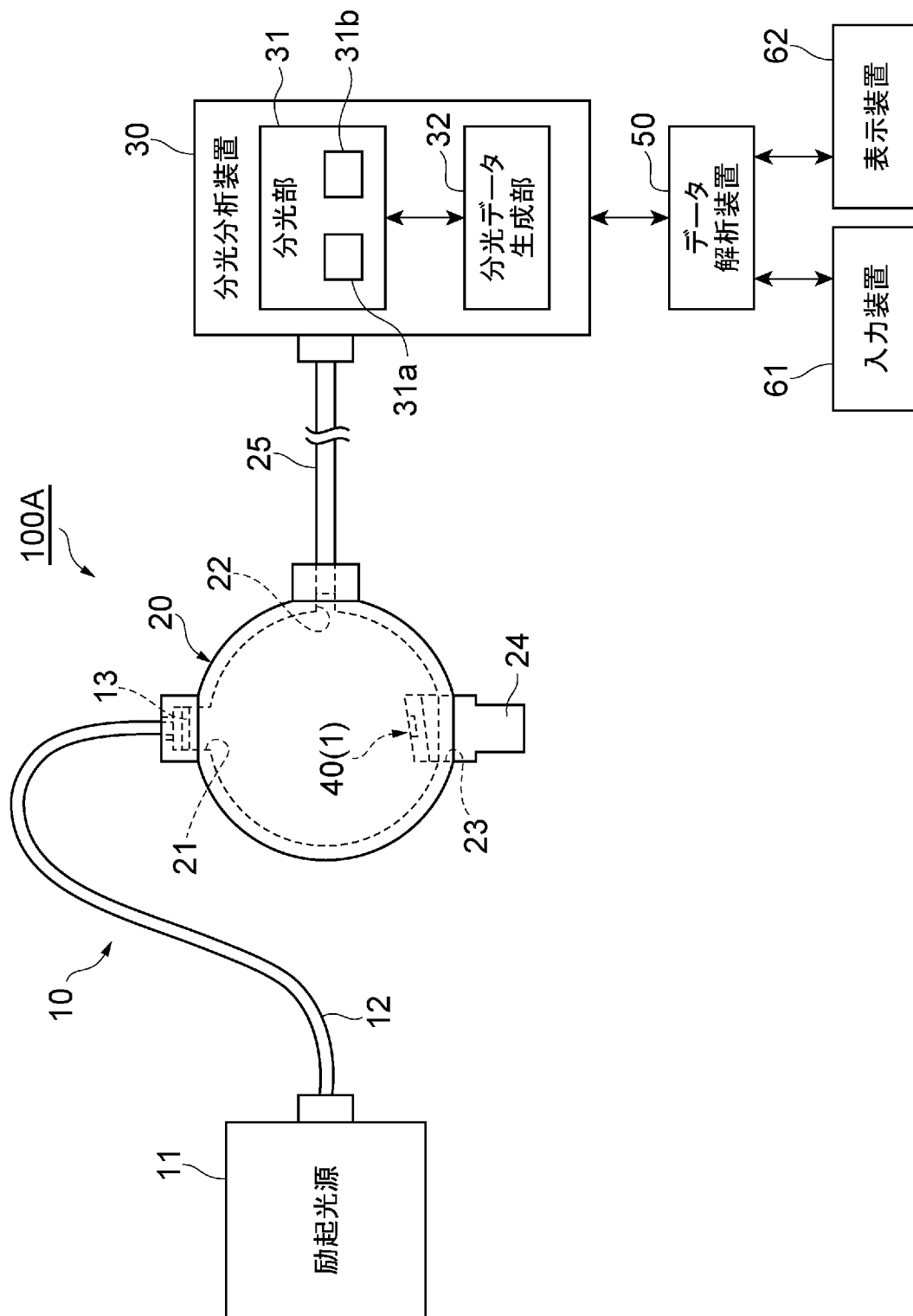
[請求項13]

前記収容部の開口は、長軸を有する形状である、請求項 11 に記載の試料容器。

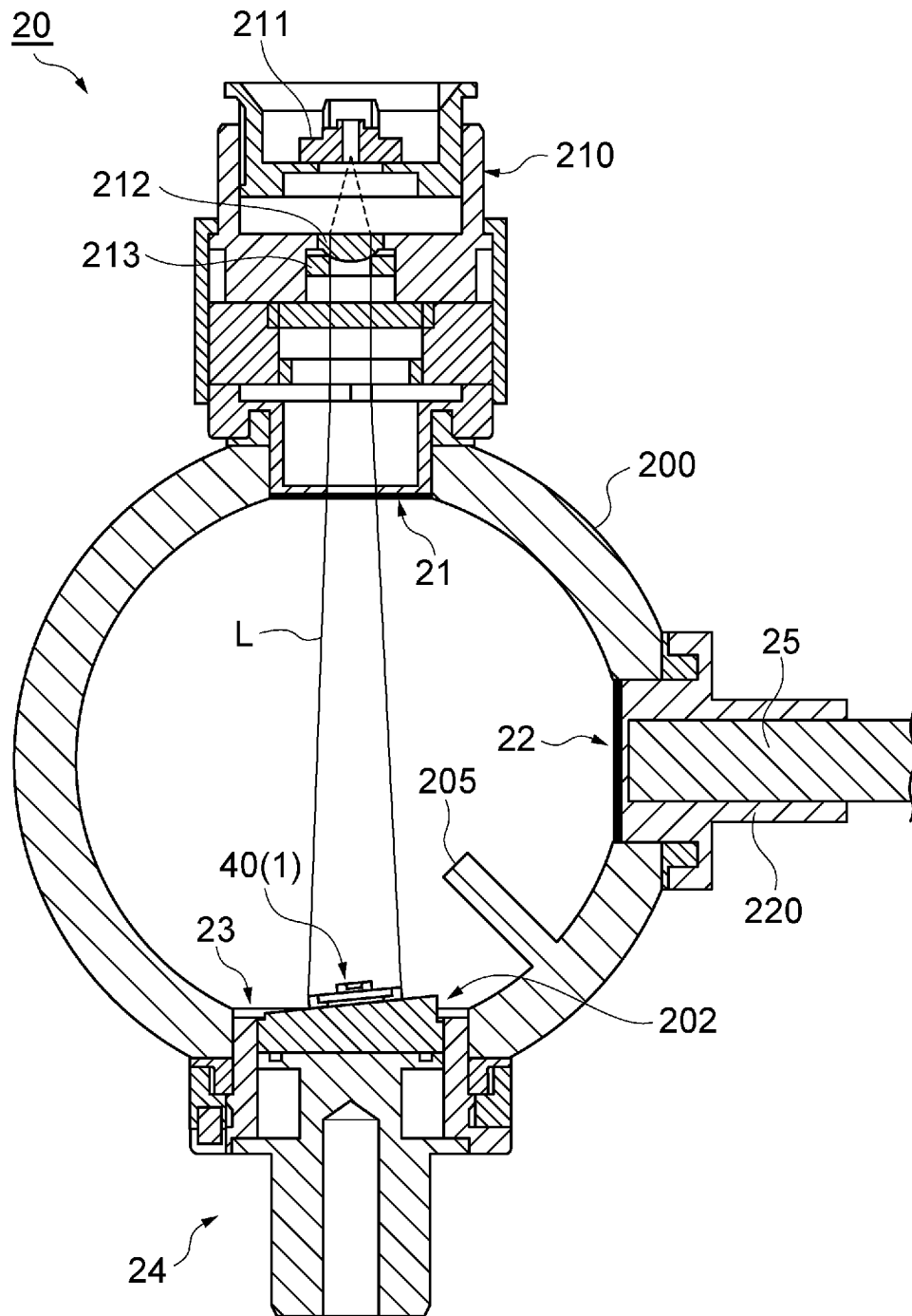
[請求項14] 貫通孔を有する円柱部材を、板状部材の面上に固定されることで形成される前記試料容器であって、

前記板部が前記板状部材で構成され、前記凸部が前記円柱部材で構成され、前記収容部が前記貫通孔で構成される、請求項11～13の何れか一項に記載の試料容器。

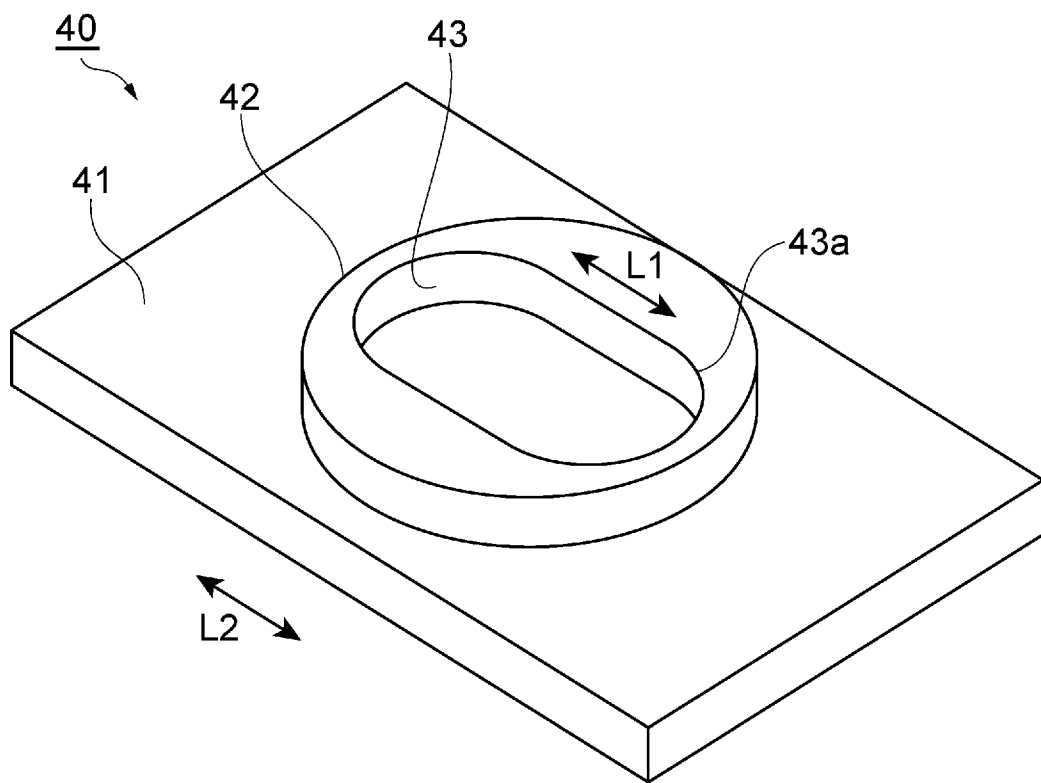
[図1]



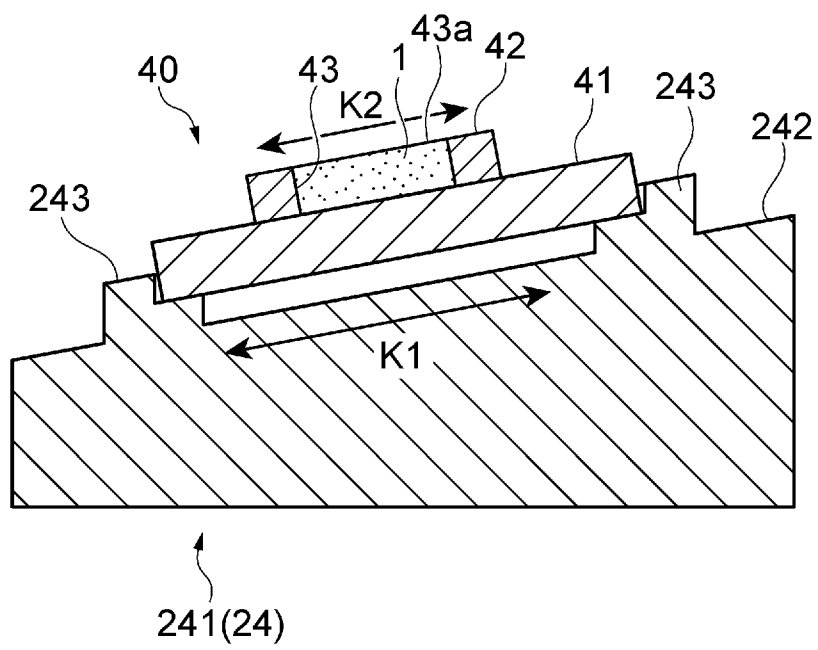
[図2]



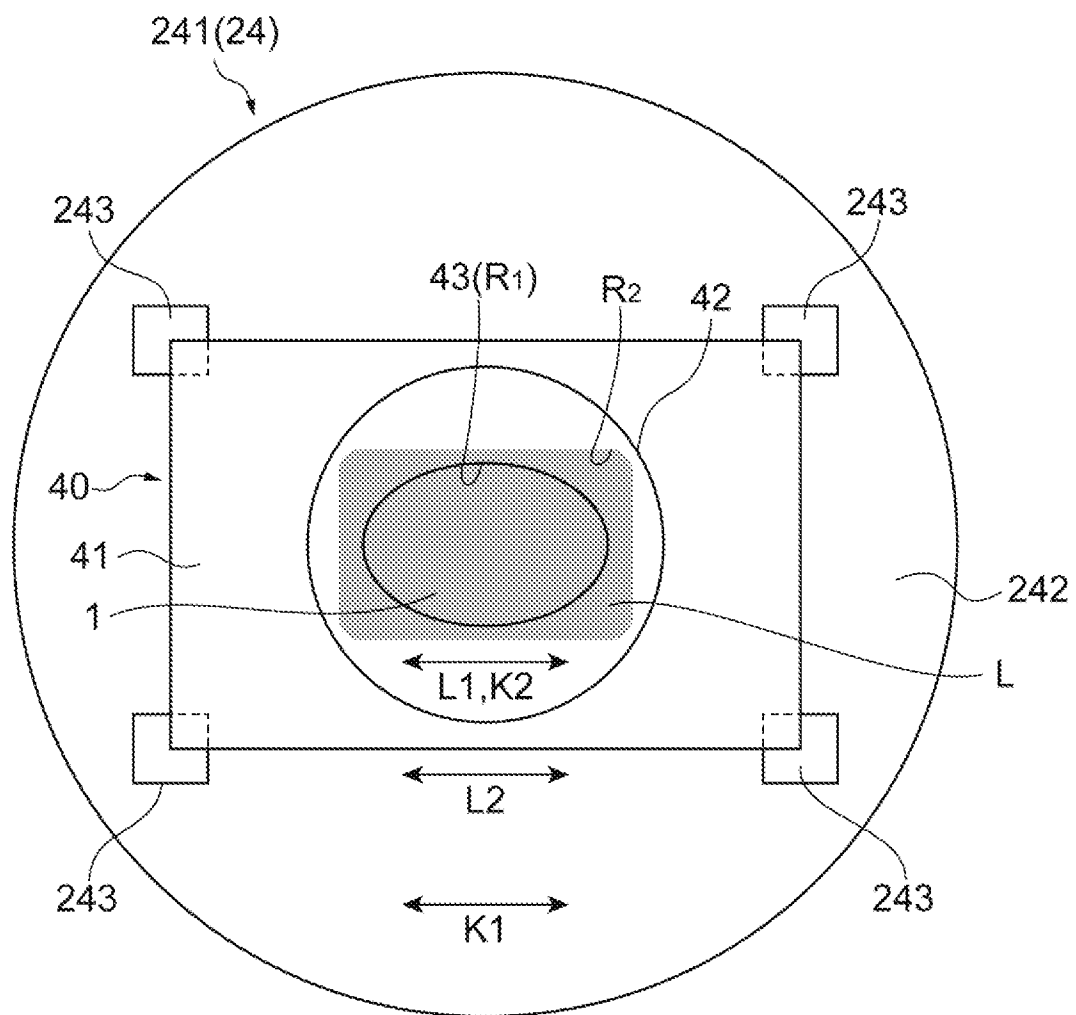
[図3]



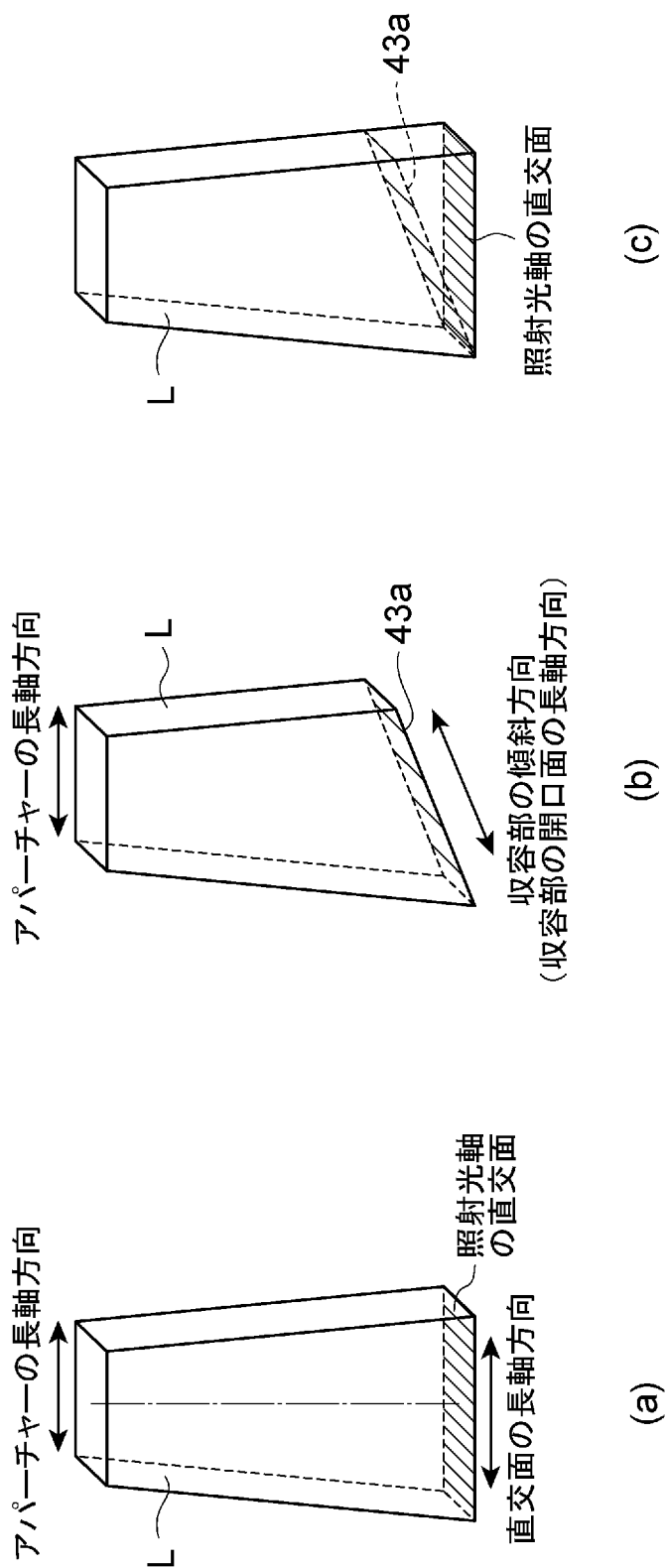
[図4]



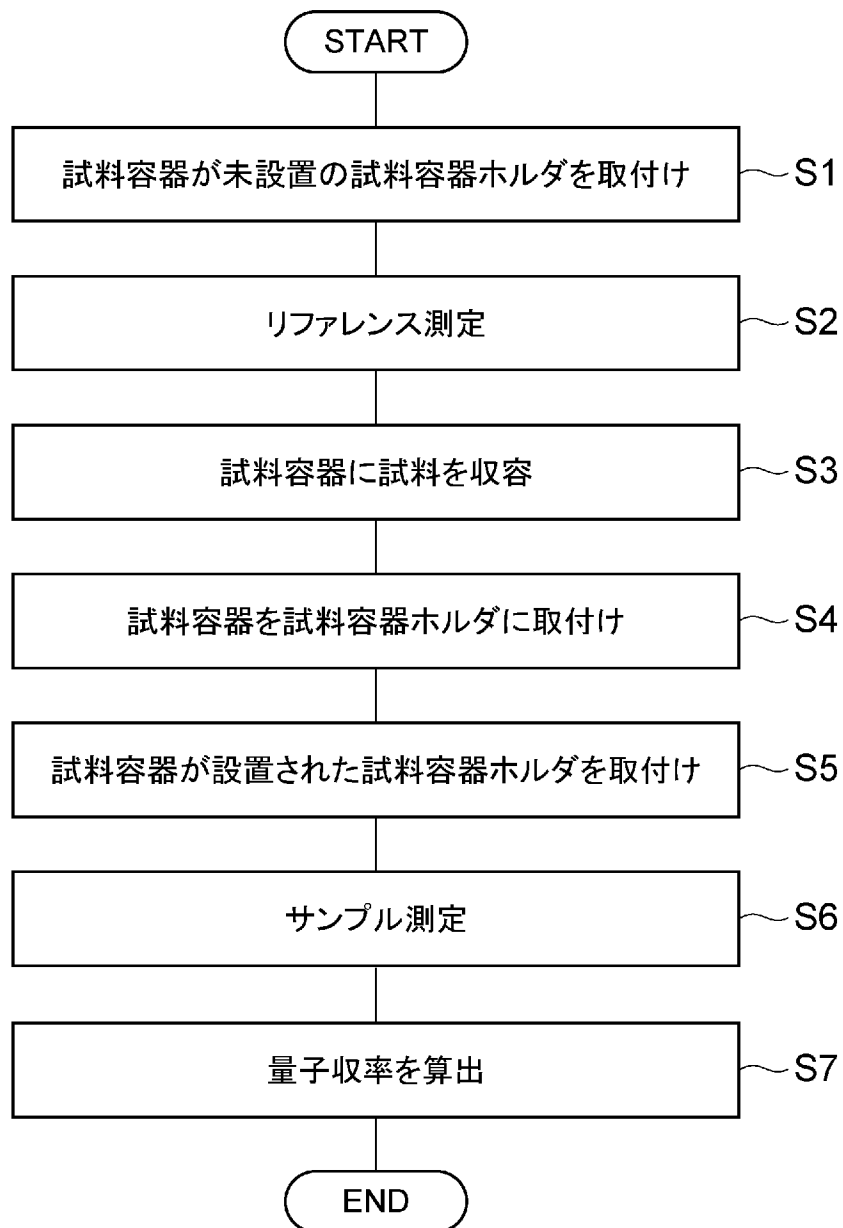
[図5]



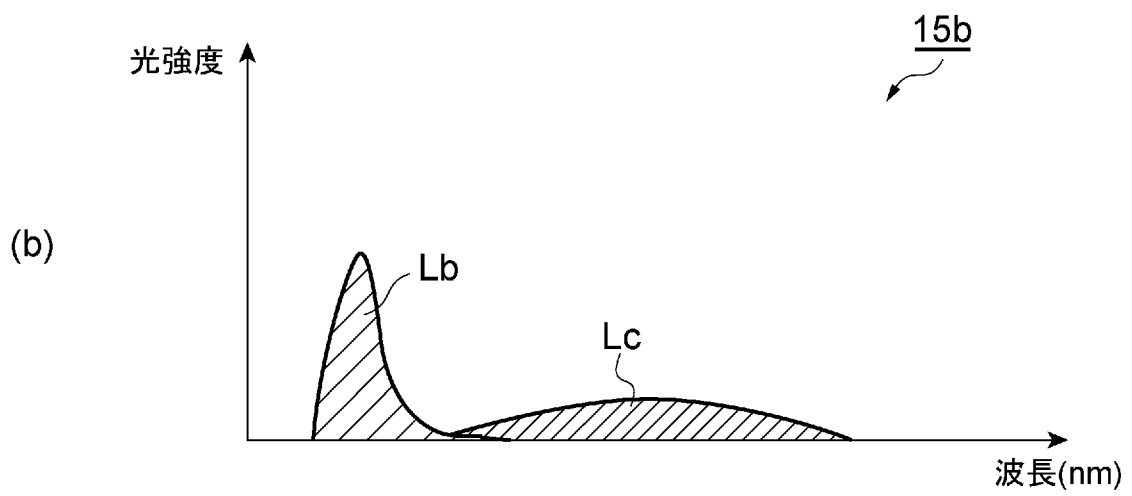
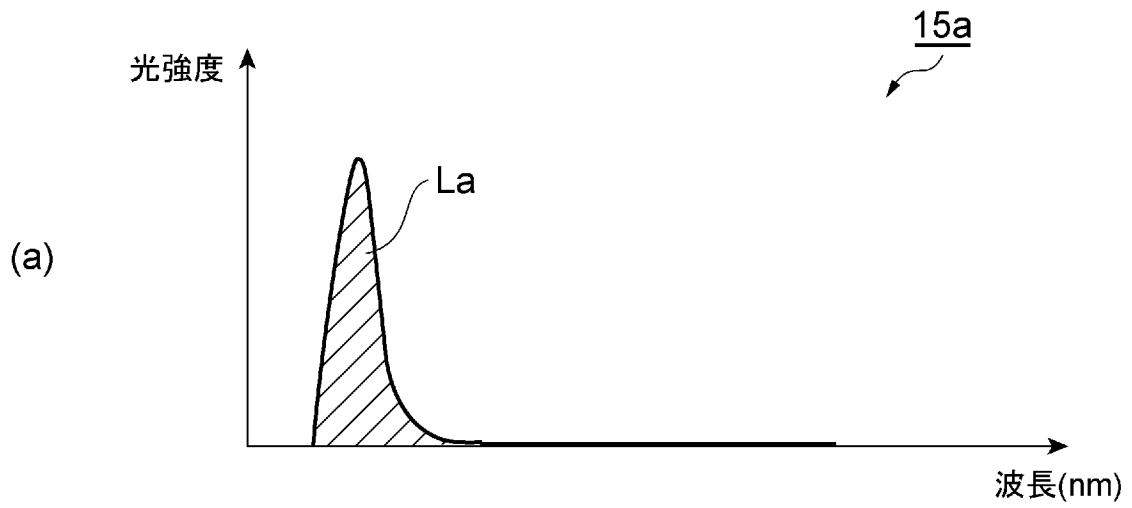
[図6]



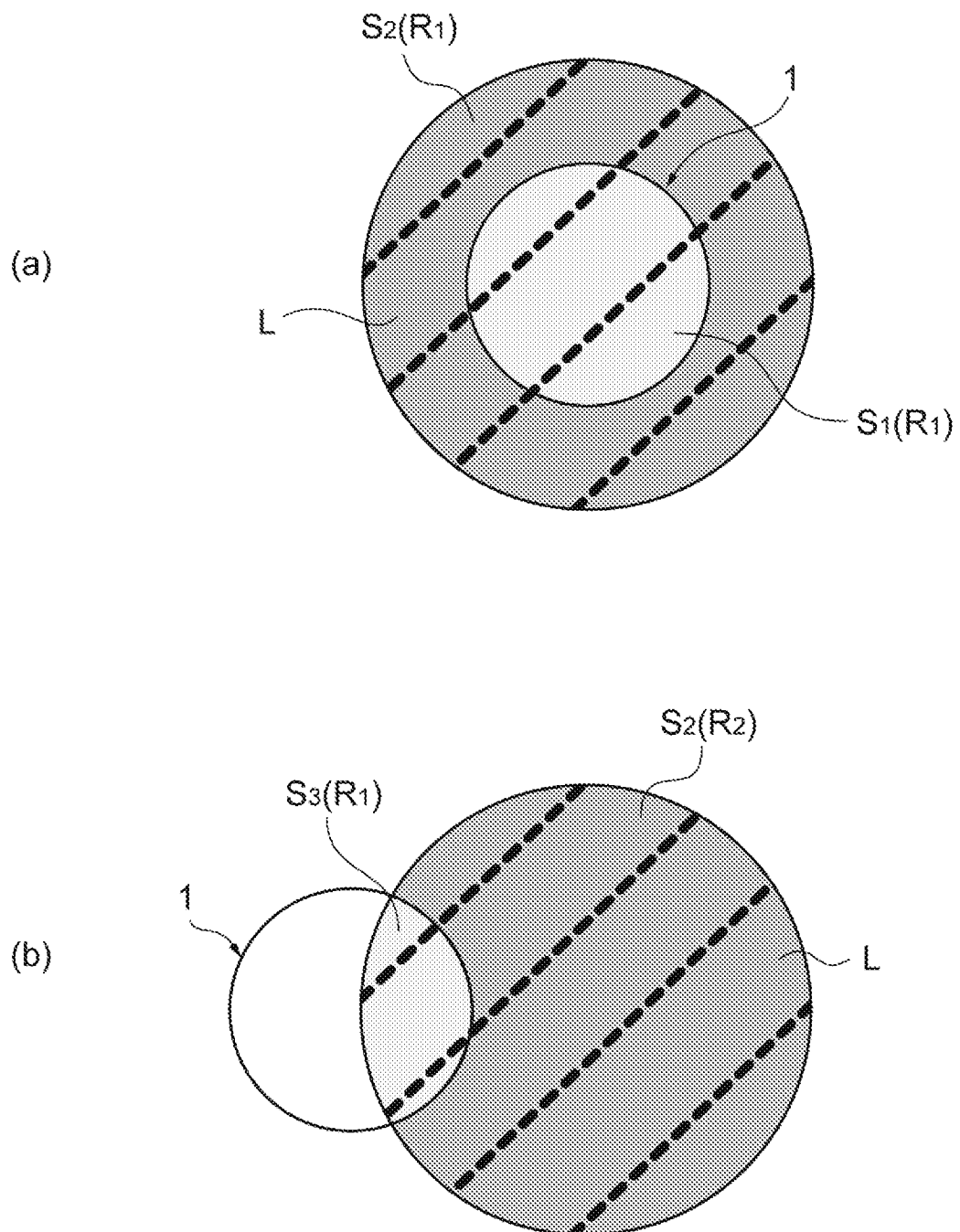
[図7]



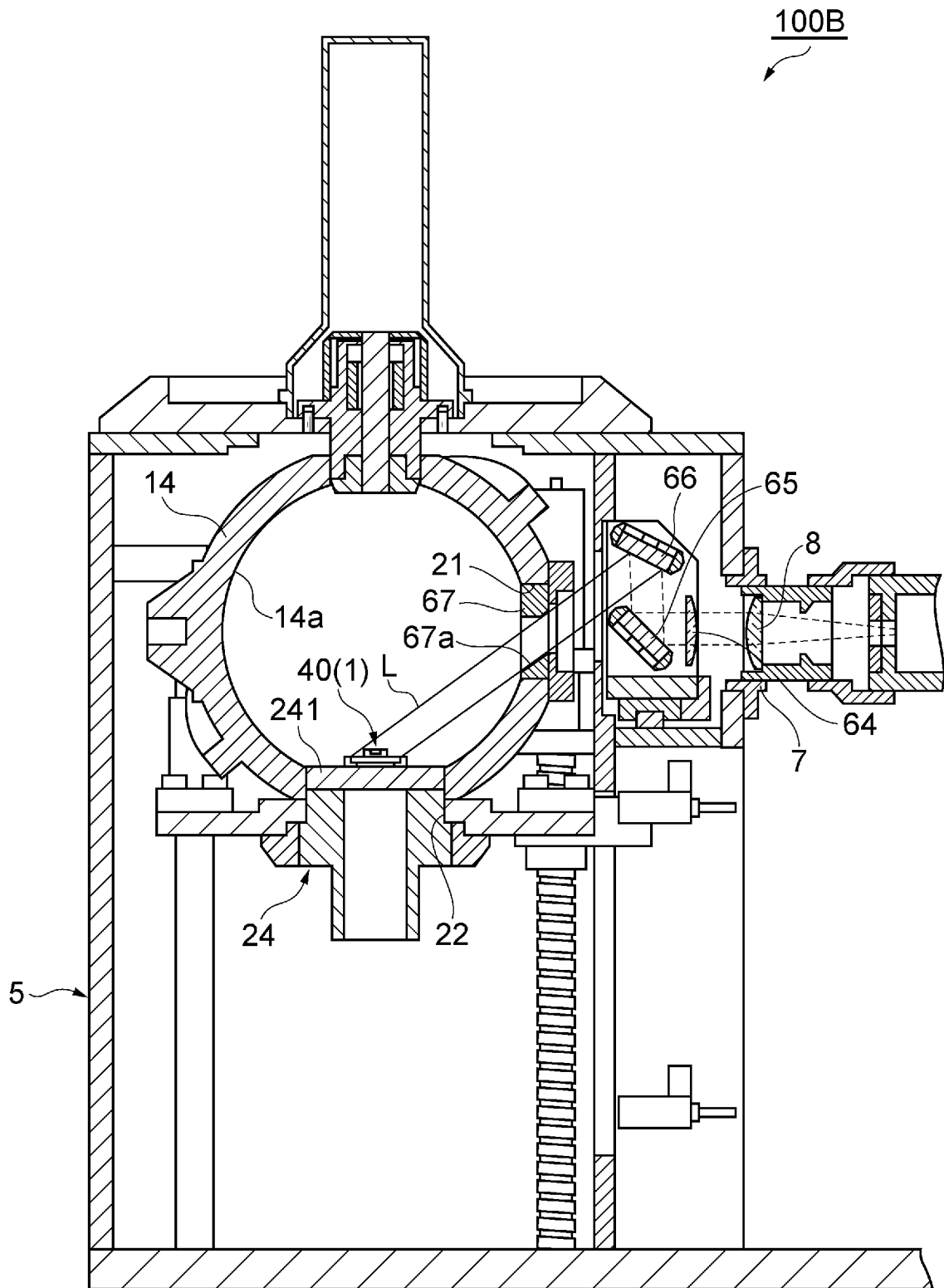
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/075033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N21/64(2006.01)i, G01J3/443(2006.01)i, G01N21/01(2006.01)i, G01N21/03(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N21/00-21/74, G01J3/00-3/52

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-8526 Y2 (Tsusho Sangyosho Kogyo Gijutsuincho), 02 March 1994 (02.03.1994), entire text; all drawings (Family: none)	11-14
X	US 4583860 A (Cyrus L. Butner), 22 April 1986 (22.04.1986), entire text; all drawings (Family: none)	11-14
A	JP 2004-309323 A (Kabushiki Kaisha Oputeru), 04 November 2004 (04.11.2004), fig. 6 (Family: none)	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 02 December, 2013 (02.12.13)	Date of mailing of the international search report 17 December, 2013 (17.12.13)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075033

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-86031 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 05 April 2007 (05.04.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	WO 2012/073567 A1 (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 07 June 2012 (07.06.2012), entire text; all drawings & JP 2012-117816 A & CN 103229043 A & TW 201224437 A	1-14
A	JP 3165429 U (Makoto YAMAGUCHI), 22 December 2010 (22.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01N21/64(2006.01)i, G01J3/443(2006.01)i, G01N21/01(2006.01)i, G01N21/03(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01N21/00-21/74, G01J3/00-3/52		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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） JSTPlus/JST7580(JDreamIII)		
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 6-8526 Y2（通商産業省工業技術院長）1994.03.02, 全文、全図 （ファミリーなし）	11-14
X	US 4583860 A (Cyrus L. Butner) 1986.04.22, 全文、全図（ファミリーなし）	11-14
A	JP 2004-309323 A（株式会社オプテル）2004.11.04, 図6（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2007-86031 A（浜松ホトニクス株式会社）2007.04.05, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 02.12.2013	国際調査報告の発送日 17.12.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 田中 洋介 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2W 3009

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2012/073567 A1 (浜松ホトニクス株式会社) 2012.06.07, 全文、全図 & JP 2012-117816 A & CN 103229043 A & TW 201224437 A	1-14
A	JP 3165429 U (山口誠) 2010.12.22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14