

(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
2015 年 11 月 26 日(26.11.2015)



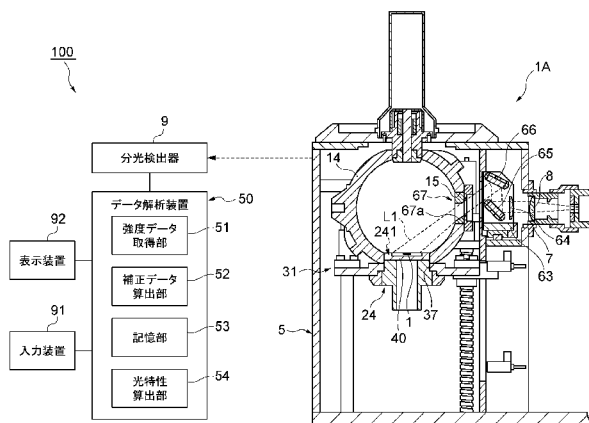
(10) 国際公開番号
WO 2015/178113 A1

- (51) 国際特許分類:
G01J 3/443 (2006.01) G01N 21/64 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060876
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 7 日(07.04.2015)
- (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 2014-106816 2014 年 5 月 23 日(23.05.2014) 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 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 江浦 茂(EURA Shigeru); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 鈴木 健吾(SUZUKI Kengo); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 池村 賢一郎(IKEMURA Kenichiro); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 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 1 1 2 6 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 Yoshiki 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (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).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL MEASUREMENT DEVICE AND OPTICAL MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 光計測装置及び光計測方法



- 9 Spectroscopic detector
50 Data analysis device
51 Intensity data acquisition unit
52 Correction data calculation unit
53 Storage unit
54 Optical characteristic calculation unit
91 Input device
92 Display device

(57) Abstract: An optical measurement device causes excitation light to enter the inside of an integrating sphere that a sample is disposed in, irradiates excitation light having a prescribed beam cross section onto the sample, detects measurement light from the integrating sphere using a photodetector, and acquires intensity data for the sample. The optical measurement device is provided with a storage unit having correction data stored thereon and an optical characteristic calculation unit for calculating an optical characteristic of the sample on the basis of the sample intensity data and correction data. The correction data is calculated on the basis of first intensity data for correction detected through irradiation of a first light absorbing member with excitation light having the prescribed beam cross section and second intensity data for correction detected through irradiation of a second light absorbing member with excitation light having the prescribed beam cross section. The prescribed beam cross section is surrounded by the first light absorbing member and surrounds the second light absorbing member.

(57) 要約: 光計測装置は、試料が配置された積分球内へ励起光を入力し、励起光を所定のビーム断面で試料に照射させ、積分球からの計測光を光検出器で検出して試料の強度データを取得する。光計測装置は、補正データが記憶された記憶部と、試料の強度データ及び補正データに基づき試料の光特性を算出する光特性算出部と、を備える。補

正データは、第 1 光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射して検出した第 1 補正用強度データと、第 2 光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射して検出した第 2 補正用強度データと、に基づいて算出される。所定のビーム断面は、第 1 光吸収部材に覆われると共に、第 2 光吸収部材を覆う。

WO 2015/178113 A1



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：光計測装置及び光計測方法

技術分野

[0001] 本発明の一側面は、光計測装置及び光計測方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、測定対象となる試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測装置が知られている。この種の技術として、例えば特許文献1には、内部量子効率（発光量子収率）を求める際、積分球内における分光反射率標準による反射率測定値と試料による反射率測定値とから、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。

[0003] 例えば特許文献2には、試料透過後の励起光が積分空間内に反射するような状態で試料に吸収される励起光を測定し、試料を透過後の励起光が積分空間内に反射しないような状態で試料から発生する光を測定する量子効率測定装置が記載されている。特許文献2に記載された量子効率測定装置では、このような2段階の計測処理を行なうことで、再励起（二次励起）による測定誤差を低減させる。非特許文献1～3には、試料に内包される（覆われる）ように励起光を所定のビーム断面で照射し、励起光の照射位置における試料の面積（以下、単に「試料の面積」ともいう）が所定のビーム断面（ビーム径）よりも大きいことを前提にして、内部量子効率や外部量子効率（＝内部量子効率×吸収率）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：特開平9－292281号公報

特許文献2：特開2003－215041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] 上記従来技術では、前述のように、吸収率や内部量子効率、外部量子効率等の光特性を算出するため、積分器内の試料に励起光を所定のビーム断面で照射し、積分器から出力された計測光を検出することが図られている。なお、吸収率は、反射率と表裏の関係を有するパラメータであって、「1-反射率」と同義である。

[0007] しかし、試料の面積と励起光における所定のビーム断面の面積との大小関係（所定のビーム断面が試料に覆われるか、又は試料を覆うか）によっては、算出する光特性が真値に対して異なって見積もられるおそれがある。光特性のうち吸収率や外部量子効率は、例えば下式（i）に示すように、所定のビーム断面と試料との面積比に関する面積比補正值を用い、精度よく求め得ることが見出されるが、積分器内における励起光のビーム断面の面積を計測するのは困難となる場合がある。

$$H = (S_2 / S_1) \times H' \quad \cdots (i)$$

H：補正後の光特性、H'：補正前の光特性、

S₁：試料の面積、S₂：励起光における所定のビーム断面の面積

[0008] 本発明の一側面は、励起光のビーム断面の面積を直接計測しなくとも、光

特性を精度よく求めることが可能な光計測装置及び光計測方法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

[0009] 本発明の一側面に係る光計測装置は、試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測装置であって、試料が配置される積分器と、励起光を積分器内へ入力し、励起光を所定のビーム断面で試料に照射させる光学系と、積分器から出力された計測光を検出し、1又は複数の波長における試料の強度データを出力する光検出器と、補正データが記憶された記憶部と、光検出器から出力された試料の強度データ及び記憶部に記憶された補正データに基づいて、試料の光特性を算出する光特性算出部と、を備え、補正データは、積分器に配置された第1光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射した際に積分器から出力された第1計測光の検出値である第1補正用強度データと、積分器に配置された第2光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射した際に積分器から出力された第2計測光の検出値である第2補正用強度データと、に基づいて算出された補正值であり、励起光の所定のビーム断面は、第1光吸収部材に覆われると共に、第2光吸収部材を覆う。

[0010] また、本発明の一側面に係る光計測装置は、試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測装置であって、試料が配置される積分器と、励起光を積分器内へ入力し、励起光を所定のビーム断面で試料に照射させる光学系と、積分器から出力された計測光を検出し、1又は複数の波長における試料の強度データを出力する光検出器と、補正データが記憶された記憶部と、光検出器から出力された試料の強度データ及び記憶部に記憶された補正データに基づいて、試料の光特性を算出する光特性算出部と、を備え、補正データは、積分器に配置された第1光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射した際に積分器から出力された第1計測光の検出値である第1補正用強度データと、積分器に配置された第2光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射した際に積分器から出力された第2計測光の検出値である第2補正用強度データと、に基づいて算出された補正值であり、励起光の所定の

ビーム断面の面積は、第1光吸収部材の面積より小さく、第2光吸収部材の面積より大きい。

[0011] 本発明の一側面に係る光計測方法は、試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測方法であって、積分器に配置された第1光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射し、第1補正用強度データを取得するために積分器から出力された第1計測光を検出する工程と、積分器に配置された第2光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射し、第2補正用強度データを取得するために積分器から出力された第2計測光を検出する工程と、積分器に配置された試料に対して励起光を所定のビーム断面で照射し、1又は複数の波長における試料の強度データを取得するために積分器から出力された計測光を検出する工程と、第1補正用強度データ及び第2補正用強度データに基づいて、補正データを算出する工程と、試料の強度データ及び補正データに基づいて、試料の光特性を算出する工程と、を含み、励起光の所定のビーム断面は、第1光吸収部材に覆われると共に、第2光吸収部材を覆う。

[0012] また、本発明の一側面に係る光計測方法は、試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測方法であって、積分器に配置された第1光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射し、第1補正用強度データを取得するために積分器から出力された第1計測光を検出する工程と、積分器に配置された第2光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射し、第2補正用強度データを取得するために積分器から出力された第2計測光を検出する工程と、積分器に配置された試料に対して励起光を所定のビーム断面で照射し、1又は複数の波長における試料の強度データを取得するために積分器から出力された計測光を検出する工程と、第1補正用強度データ及び第2補正用強度データに基づいて、補正データを算出する工程と、試料の強度データ及び補正データに基づいて、試料の光特性を算出する工程と、を含み、励起光の所定のビーム断面の面積は、第1光吸収部材の面積よりも小さく、第2光吸収部材の面積よりも大きい。

- [0013] この光計測装置及び光計測方法において、補正データは、第1光吸収部材に覆われる所定のビーム断面で励起光を第1光吸収部材に照射することにより検出された第1補正用強度データと、第2光吸収部材を覆う所定のビーム断面で励起光を第2光吸収部材に照射することにより検出された第2補正用強度データと、に基づき算出されている。このような補正データは、上記面積比補正值に対応することが見出されることから、当該補正データを用いて試料の強度データから試料の光特性を算出することで、励起光のビーム断面の面積を実際に直接計測しなくとも、光特性を精度よく求めることが可能となる。
- [0014] 本発明の一側面に係る光計測装置において、補正データは、第1補正用強度データに基づいて算出された第1吸収率と、第2補正用強度データに基づいて算出された第2吸収率と、の比から算出された補正值であってもよい。本発明の一側面に係る光計測方法において、補正データを算出する工程では、第1補正用強度データに基づいて算出された第1吸収率と、第2補正用強度データに基づいて算出された第2吸収率と、の比によって補正データを算出することができる。
- [0015] 本発明の一側面に係る光計測装置において、補正データは、第1補正用強度データに基づいて算出された第1反射率と、第2補正用強度データに基づいて算出された第2反射率と、の比から算出された補正值であってもよい。本発明に係る光計測方法において、補正データを算出する工程では、第1補正用強度データに基づいて算出された第1反射率と、第2補正用強度データに基づいて算出された第2反射率と、の比によって補正データを算出することができる。
- [0016] 本発明の一側面に係る光計測装置及び光計測方法において、補正データは、複数の波長における補正值であってもよい。この場合、例えば、複数の波長における試料の強度データから光特性を算出する場合に補正データを適応させることができる。
- [0017] 本発明の一側面に係る光計測装置及び光計測方法において、上記作用効果

を奏する具体的構成としては、第1光吸収部材及び第2光吸収部材は、同じ吸収率の材料で形成されていてもよい。

[0018] 本発明の一側面に係る光計測装置において、励起光の照射位置における試料の面積は、励起光の照射位置における第2光吸収部材の面積と等しく、励起光の所定のビーム断面は、試料を覆い、光特性算出部は、試料の強度データ及び補正データに基づいて、試料の吸収率又は反射率を光特性として算出してもよい。本発明の一側面に係る光計測方法において、励起光の照射位置における試料の面積は、励起光の照射位置における第2光吸収部材の面積と等しく、励起光の所定のビーム断面は、試料を覆い、試料の光特性を算出する工程では、試料の強度データ及び補正データに基づいて、試料の吸収率又は反射率を光特性として算出してもよい。

励起光における所定のビーム断面が試料を覆う場合、算出する吸収率又は反射率は真値に対して異なって見積もられる傾向があるところ、本発明の一側面によれば、当該補正データを用いて試料の強度データから試料の吸収率又は反射率を算出することで、励起光のビーム断面の面積を直接計測しなくとも、吸収率又は反射率を精度よく求めることが可能となる。

[0019] 本発明の一側面に係る光計測装置において、励起光の照射位置における試料の面積は、励起光の照射位置における第1光吸収部材の面積と等しく、励起光の所定のビーム断面は、試料に覆われ、光特性算出部は、試料の強度データ及び補正データに基づいて、試料の内部量子効率を光特性として算出してもよい。本発明の一側面に係る光計測方法において、励起光の照射位置における試料の面積は、励起光の照射位置における第1光吸収部材の面積と等しく、励起光の所定のビーム断面は、試料に覆われ、試料の光特性を算出する工程では、試料の強度データ及び補正データに基づいて、試料の内部量子効率を光特性として算出してもよい。

励起光における所定のビーム断面が試料に覆われる場合、算出する内部量子効率は真値に対して異なって見積もられる傾向があるところ、本発明の一側面によれば、当該補正データを用いて試料の強度データから試料の内部量

子効率を算出することで、励起光のビーム断面の面積を直接計測しなくとも、内部量子効率を精度よく求めることが可能となる。

[0020] 本発明の一側面に係る光計測装置において、第1光吸収部材に覆われる所定のビーム断面は、励起光の照射位置において第1光吸収部材の面積よりも小さい面積を有し、第2光吸収部材を覆う所定のビーム断面は、励起光の照射位置において第2光吸収部材の面積よりも大きい面積を有する場合がある。本発明の一側面に係る光計測方法において、第1光吸収部材に覆われる所定のビーム断面は、励起光の照射位置において第1光吸収部材の面積よりも小さい面積を有し、第2光吸収部材を覆う所定のビーム断面は、励起光の照射位置において第2光吸収部材の面積よりも大きい面積を有する場合がある。

発明の効果

[0021] 本発明の一側面によれば、励起光のビーム断面の面積を直接計測しなくとも、光特性を精度よく求めることが可能な光計測装置及び光計測方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]一実施形態に係る光計測装置の構成を示す図である。

[図2]図1の光計測装置における暗箱の内部及びその周辺部分の拡大図である。

[図3]図1の光計測装置の要部を示す図である。

[図4]図1の光計測装置における試料ホルダを示す図である。

[図5]図1の光計測装置における試料容器を示す図である。

[図6]図1の光計測装置における第1補正部材を示す図である。

[図7]図1の光計測装置における第2補正部材を示す図である。

[図8]図1の光計測装置により実施される光計測方法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

[0023] 以下、図面を参照しつつ本発明の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。

[0024] 図1は、一実施形態に係る光計測装置の構成を示す図である。図1に示すように、本実施形態に係る光計測装置100は、測定対象となるサンプルとしての試料について、フォトルミネッセンス法（PL法）によって蛍光特性等の光特性を計測又は評価する。試料は、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る。試料としては、例えば粉末状、液体状（溶液状）、固体状又は薄膜状のものをを用いることができる。

[0025] 光特性としては、吸収率、内部量子効率（発光量子収率）及び外部量子効率が挙げられる。吸収率は、吸収されるフォトン数に関するパラメータである。内部量子効率は、吸収する光のフォトン数に対する、発光により放出される光のフォトン数の割合に関するパラメータである。外部量子効率は、放出されるフォトン数に関するパラメータである。外部量子効率は、吸収率と内部量子効率との積である。吸収率は、反射されるフォトン数に関するパラメータである反射率と表裏の関係性を有する。吸収率は、「1－反射率」と同義である。

[0026] 光計測装置100は、本体1A、データ解析装置50、入力装置91及び表示装置92を備えている。なお、図1中では、一部が断面化された平面図で本体1Aを示している。図1中では、便宜上、後述の積分球14の断面を端面として示している（図2及び図3において同様）。

[0027] 図2は図1の光計測装置における暗箱の内部及びその周辺部分の拡大図であり、図3は図1の光計測装置の要部を示す図である。図3中の本体1Aは、図2のIII－III線に沿った断面図を示している。図1～図3に示すように、本体1Aは、試料1に所定波長の励起光L1を照射し、当該照射に応じて生じた計測光L2を検出する。この本体1Aは、暗箱5を備えている。

[0028] 暗箱5は、金属からなる直方体状の箱体である。暗箱5は、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L1及び計測光L2を吸

収する材料による塗装等が施されている。暗箱 5 の一方の側壁には、光発生部 6 の励起光 L 1 を出力する光出力部 7 が接続されている。光発生部 6 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る。光発生部 6 は、励起光 L 1 を発生させる。励起光 L 1 は、光出力部 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 内に入力される。

[0029] 暗箱 5 の後壁には、分光検出器（光検出器）9 の光入力部 1 1 が接続されている。分光検出器 9 は、積分球 1 4 と光学的に結合されている。計測光 L 2 は、光入力部 1 1 に設けられた絞り部材 1 2 であるアパーチャの開口部 1 2 a で絞られて、スリット 1 3 を介して分光検出器 9 内に入力される。分光検出器 9 は、計測光 L 2 を波長成分に分解し検出し、複数の波長における試料 1 の強度データとして、計測光 L 2 の波長スペクトルデータをデータ解析装置 5 0 へ出力する。

[0030] 分光検出器 9 は、後述するように、計測光を検出することにより、第 1 及び第 2 補正用強度データ並びに第 1 及び第 2 リファレンス強度データをデータ解析装置 5 0 へ出力する。分光検出器 9 としては、例えば分光器や CCD センサ（又は CMOS センサ）等により構成されたマルチチャンネル検出器が用いられている。なお、複数の波長における強度データは、例えば、横軸を波長とし縦軸を強度とするデータ（分光データ）として表すことができる。

[0031] 暗箱 5 内には、積分球（積分器（light integrator））1 4 が配置されている。積分球 1 4 は、積分球 1 4 内に入力された光を拡散反射する内面 1 4 a を内部に有している。積分球 1 4 の内面 1 4 a には、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 やスペクトラロン（登録商標）等の反射率が 1 に近い高反射物質で形成されている。積分球 1 4 には、励起光 L 1 を入力する光入力開口部 1 5、及び、計測光 L 2 を出力する光出力開口部 1 6 が形成されている。暗箱 5、光発生部 6 及び分光検出器 9 は、金属からなる筐体 1 0 内に収容されている。なお、光発生部 6 の光出力部 7 から出力される励起光 L 1 の光軸と、分光検出器 9 の光入力部 1 1 に入

力される計測光L 2の光軸とは、水平面内において略直交している。

[0032] 本体1 Aにおいて、積分球1 4の下部及び積分球1 4が固定されたステージ3 1には、これらを連通する開口3 7が形成されている。開口3 7には、ステージ3 1の下側から着脱自在に取り付けられた試料ホルダ2 4が配設されている。つまり、試料ホルダ2 4は、積分球1 4に対して着脱自在に取り付けられている。試料ホルダ2 4は、試料1を収容する試料容器4 0を積分球1 4に少なくとも配置させる。

[0033] 本体1 Aは、励起光L 1の光路を切り替える光路切替手段として、ハンドル6 2を備えている。本体1 Aでは、このハンドル6 2によってステージ6 3が移動され、レンズ6 1とコリメータレンズ6 4との間で切り替えられる。間接励起時（試料1に励起光L 1が直接照射されない状態時）、励起光L 1は、暗箱5内でレンズ6 1により集光され、光入力開口部1 5を介して積分球1 4内に入力される（図2参照）。直接励起時（試料1に励起光L 1が直接照射される状態時）、励起光L 1は、暗箱5内でコリメータレンズ6 4によって集光され、ミラー6 5、6 6で順次反射されて積分球1 4内に入力される（図3参照）。

[0034] 積分球1 4の光入力開口部1 5には、アパーチャ6 7が設けられている。アパーチャ6 7の開口部の少なくとも一部には、切欠き6 7 aが形成されている。切欠き6 7 aの形状は、試料容器4 0、第1補正部材7 0及び第2補正部材8 0に照射される励起光L 1が所定のビーム断面（ビーム径）となるように形成されている。コリメータレンズ6 4、ミラー6 5、6 6及びアパーチャ6 7は、試料1に励起光L 1を照射させる光学系を構成する。この光学系は、積分球1 4と光学的に結合されている。この光学系では、暗箱5に入力された励起光L 1は、コリメータレンズ6 4で平行化され、ミラー6 5、6 6で順次反射され、アパーチャ6 7を通過して積分球1 4に入力される。これにより、励起光L 1が所定のビーム断面Dで試料ホルダ2 4の試料容器4 0に照射される（図5参照）。なお、この光学系は、コリメータレンズ6 4、ミラー6 5、6 6及びアパーチャ6 7によって構成されることに限ら

れず、様々な形態が可能である。例えば、この光学系は、光発生部 6 と積分球 14 とを光学的に結合する光ガイドによって構成されてもよい。励起光 L1 における所定のビーム断面 D は、例えば $4.8\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ とされている。

[0035] 積分球 14 の光出力開口部 16 には、絞り部材 17 が設けられている。これにより、計測光 L2 は、絞り部材 17 のアパーチャである開口 17a で絞られて、積分球 14 外に出力される。積分球 14 内において光出力開口部 16 と対向する位置には、バッフル 84 が配置されている。バッフル 84 は、積分球 14 の内面 14a に立設された支持柱 85 によって支持されている。積分球 14 の内面 14a には、バッフル 86 が一体的に形成されている。バッフル 84、86 は、計測光 L2 が分光検出器 9 の光入力部 11 に直接入力されることを防止する。

[0036] 図 4 (A) は図 1 の光計測装置における試料ホルダを示す平面図であり、図 4 (B) は図 4 (A) の IVb-IVb 線に沿う端面図である。図 4 に示すように、試料ホルダ 24 は、試料 1 を収容する後述の試料容器 40 を、照射対象物として積分球 14 に配置させる。試料ホルダ 24 は、後述するように、試料容器 40 に代えて、第 1 光吸収部材 A を収容可能な第 1 補正部材 70、及び、第 2 光吸収部材 B を収容可能な第 2 補正部材 80 を、照射対象物として積分球 14 に配置させる。試料ホルダ 24 は、照射対象物を載置するための台座 241 を有している。

[0037] 台座 241 は、積分球 14 の内面 14a と同様に高反射物質で形成されている。台座 241 は、例えば白色を呈している。台座 241 は、試料ホルダ 24 において積分球 14 の積分空間に露出する部分である。台座 241 は、上方から見て円形状外形で形成されている。台座 241 の上部の外周部には、保持部 242 が突設されている。保持部 242 には、切欠きが設けられている。保持部 242 は、切欠きに照射対象物を載置することで、保持部 242 は照射対象物を保持する。

[0038] 図 5 (A) は試料容器を示す平面図であり、図 5 (B) は図 5 (A) の V

b-Vb線に沿う断面図である。図5に示すように、試料容器40は、試料1を配置するためのものである。試料容器40は、矩形板状の試料用基板41を有している。試料用基板41には、試料用収容部42が設けられている。試料用収容部42は、試料1を収容する凹部である。試料容器40は、当該試料容器40による光の吸収を抑制する等のために、例えば石英や合成石英等の透明（光透過性）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。試料用基板41は、円形板状等の他の形状でもよい。

[0039] 試料用収容部42は、上方から見て、長尺形状を有している。試料用収容部42は、照射される励起光L1の所定のビーム断面Dに試料1が内包されるように（つまり、覆われるように）当該試料1を収容する。換言すると、試料用収容部42は、所定のビーム断面Dに試料1が含まれる（包み込まれる）ように当該試料1を収容する。すなわち、試料用収容部42の位置における励起光L1の所定のビーム断面Dは、試料1の試料用収容部42から露出する部分を内包する。従って、励起光L1が試料容器40を照射する範囲は、試料用基板41上における試料1の配置範囲（露出範囲）を含む。なお、試料用収容部42は、上方から見て、円形状等の他の形状を有してもよい。

[0040] 試料1への励起光L1の照射位置において、所定のビーム断面Dの面積 S_2 は、試料1の面積（試料容器40において試料用収容部42から露出する試料1の面積） S_1 よりも大きい。換言すると、励起光L1の照射方向から見て、所定のビーム断面Dの面積 S_2 は、試料1の面積 S_1 よりも大きい。例えば、上記のように所定のビーム断面Dが $4.8\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ とされているところ、試料1の面積 S_1 に係る領域は、 $4\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ とされている。

[0041] 図6（A）は第1光吸収部材が収容されていない状態の第1補正部材を示す平面図であり、図6（B）は図6（A）のVIb-VIb線に沿う断面図であり、図6（C）は第1光吸収部材が収容された状態の第1補正部材を示す平面図であり、図6（D）は図6（C）のVI d-VI d線に沿う断面図である。

[0042] 図6に示すように、第1補正部材70は、第1光吸収部材Aを配置するためのものである。第1補正部材70は、試料用基板41と同じ矩形板状の第1補正用基板71を有している。第1補正部材70は、試料容器40と同様に、例えば石英や合成石英等の透明材料で形成されている。第1補正用基板71には、第1光吸収部材Aを収容する凹部としての第1補正用収容部72が設けられている。第1光吸収部材Aは、高い吸収率をもつ非発光性の固体材料で形成されている。第1光吸収部材Aとしては、例えばポリアセタール樹脂（アセタール樹脂）やポリウレタン樹脂等が挙げられる。ここでは、第1光吸収部材Aは、第1補正用収容部72内の全域に第1補正用収容部72が完全に閉塞されるように充填されている。

[0043] 第1補正用収容部72は、上方から見て、長尺形状を有している。第1補正用収容部72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。第1補正用収容部72は、照射される励起光L1の所定のビーム断面Dを第1光吸収部材Aが内包するように（つまり、覆うように）当該第1光吸収部材Aを収容する。換言すると、第1補正用収容部72は、所定のビーム断面Dを第1光吸収部材Aが含む（包み込む）ように当該第1光吸収部材Aを収容する。すなわち、第1補正部材70の位置における励起光L1の所定のビーム断面Dは、第1光吸収部材Aの第1補正用収容部72から露出する部分に内包される。従って、励起光L1が第1補正部材70を照射する範囲は、第1補正用基板71上における第1光吸収部材Aの配置範囲（露出範囲）に含まれる。なお、第1補正用収容部72は、上方から見て、円形形状等の他の形状を有してもよい。

[0044] 第1光吸収部材Aへの励起光L1の照射位置において、所定のビーム断面Dの面積 S_2 は、第1光吸収部材Aの面積（第1補正部材70において第1補正用収容部72から露出する第1光吸収部材Aの面積） S_A よりも小さい。換言すると、励起光L1の照射方向から見て、所定のビーム断面Dの面積 S_2 は、第1光吸収部材Aの面積 S_A よりも小さい。例えば、上記のように所定のビーム断面Dが4.8mm×12mmとされているところ、第1光吸収部材A

の面積 S_A に係る領域は $8\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ とされている。

[0045] 図7 (A) は第2光吸収部材が收容されていない状態の第2補正部材を示す平面図であり、図7 (B) は図7 (A) のVII b - VII b 線に沿う断面図であり、図7 (C) は第2光吸収部材が收容された状態の第2補正部材を示す平面図であり、図7 (D) は図7 (C) のVII d - VII d 線に沿う断面図である。

[0046] 図7 に示すように、第2補正部材80は、第2光吸収部材Bを配置するためのものである。第2補正部材80は、試料1に代えて第2光吸収部材Bが收容される以外は、試料容器40 (図5 参照) と同じ構成を有している。つまり、第2補正部材80は、試料容器40と同じ矩形板状の第2補正用基板81を有し、例えば石英や合成石英等の透明材料で形成されている。第2補正部材80には、第2光吸収部材Bを收容する凹部として、試料用收容部42と同形状の第2補正用收容部82が設けられている。第2光吸収部材Bは、高い吸収率をもつ非発光性の固体材料で形成されている。第2光吸収部材Bは、第1光吸収部材Aと同じ吸収率の材料で形成されていてもよい。ここでは、第2光吸収部材Bは、第2補正用收容部82内の全域に第2補正用收容部82が完全に閉塞されるように充填されている。

[0047] 第2補正用收容部82は、励起光L1が照射される方向から見て、照射される励起光L1の所定のビーム断面Dに第2光吸収部材Bが内包されるように (つまり、覆われるように) 当該第2光吸収部材Bを收容する。換言すると、第2補正用收容部82は、所定のビーム断面Dに第2光吸収部材Bが含まれる (包み込まれる) ように当該第2光吸収部材Bを收容する。すなわち、第2補正部材80の位置における励起光L1の所定のビーム断面Dは、第2光吸収部材Bの第2補正用收容部82から露出する部分を内包する。従って、励起光L1が第2補正部材80を照射する範囲は、第2補正用基板81上における第2光吸収部材Bの配置範囲 (露出範囲) を含む。なお、第2補正用收容部82は、上方から見て、円形状等の他の形状を有してもよい。

[0048] 第2光吸収部材Bへの励起光L1の照射位置において、第2光吸収部材B

の面積（第2補正部材80の第2補正用収容部82から露出する第2光吸収部材Bの面積） S_B は、試料用収容部42及び第2補正用収容部82が同形状であることから、試料1の面積 S_1 と略同一とされている。所定のビーム断面Dの面積 S_2 は、第2光吸収部材Bの面積 S_B よりも大きい。換言すると、励起光L1の照射方向から見て、所定のビーム断面Dの面積 S_2 は、第2光吸収部材Bの面積 S_B よりも大きい。例えば、上記のように所定のビーム断面Dが4.8mm×12mmとされているところ、第2光吸収部材Bの面積 S_B に係る領域は4mm×10mmとされている。

[0049] 図1及び図3に戻り、データ解析装置50は、分光検出器9から出力される強度データに対して必要なデータ解析を行い、試料1に関する情報を取得する。データ解析装置50は、プロセッサ（Processor）及びメモリ（Storage）を有しており、例えば、パーソナルコンピュータ等のコンピュータである。データ解析装置50は、分光検出器9と電氣的に結合されている。データ解析装置50は、複数の波長における各種の強度データを分光検出器9から取得する強度データ取得部51と、強度データ取得部51で取得された強度データに基づいて補正データを算出する補正データ算出部52と、補正データ算出部52で算出された補正データを少なくとも記憶する記憶部53と、強度データ取得部51で取得された強度データ及び記憶部53に記憶された補正データに基づいて試料1の光特性（分光特性）を算出する光特性算出部54と、を有している。強度データ取得部51、補正データ算出部52、記憶部53及び光特性算出部54は、互いに電氣的に結合されている。記憶部53は、データ解析装置50のメモリ、及び／又は、データ解析装置50と電氣的に結合された外部記憶装置等の記憶装置（Storage）によって構成される。強度データ取得部51、補正データ算出部52及び光特性算出部54は、データ解析装置50のプロセッサによって実現される。データ解析装置50の処理の詳細については、後述する。

[0050] 入力装置91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91は、データ解析装置50に接続されている。

表示装置 92 は、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 92 は、データ解析装置 50 に接続されている。

[0051] 次に、上記光計測装置 100 により実施される光計測方法について、図 8 のフローチャートを参照しつつ説明する。

[0052] [第 1 リファレンス強度データの取得 (S1)]

まず、第 1 補正部材 70 の第 1 補正用基板 71 のみ、つまり、第 1 光吸収部材 A が保持されていない第 1 補正部材 70 x (図 6 参照) を試料ホルダ 24 に載置し、当該試料ホルダ 24 を積分球 14 に取り付ける。この状態において、光発生部 6 で発生させた励起光 L1 を積分球 14 内に入力し、第 1 補正部材 70 x に所定のビーム断面 D で励起光 L1 を照射する。

[0053] そして、分光検出器 9 により、積分球 14 から出力される計測光を検出し、複数の波長におけるリファレンスの強度データである第 1 リファレンス強度データを、データ解析装置 50 へ出力する。データ解析装置 50 においては、強度データ取得部 51 により第 1 リファレンス強度データを取得し、当該第 1 リファレンス強度データを記憶部 53 に記憶する。

[0054] [第 1 補正用強度データの取得 (S2)]

続いて、第 1 光吸収部材 A が収容され保持された第 1 補正部材 70 y (図 6 参照) を試料ホルダ 24 に載置し、当該試料ホルダ 24 を積分球 14 に取り付ける。この状態において、光発生部 6 で発生させた励起光 L1 を積分球 14 内に入力し、第 1 補正部材 70 y に所定のビーム断面 D で励起光 L1 を照射する。このとき、第 1 光吸収部材 A には、第 1 光吸収部材 A が所定のビーム断面 D を内包するように励起光 L1 が照射される。

[0055] そして、分光検出器 9 により、積分球 14 から出力される計測光 (第 1 計測光) を検出し、複数の波長における第 1 光吸収部材 A の強度データである第 1 補正用強度データを、データ解析装置 50 へ出力する。データ解析装置 50 においては、強度データ取得部 51 により第 1 補正用強度データを取得し、当該第 1 補正用強度データを記憶部 53 に記憶する。

[0056] [第 2 リファレンス強度データの取得 (S3)]

続いて、第2補正部材80の第2補正用基板81のみ、つまり、第2光吸収部材Bが保持されていない第2補正部材80x（図7参照）を試料ホルダ24に載置し、当該試料ホルダ24を積分球14に取り付ける。この状態において、光発生部6で発生させた励起光L1を積分球14内に入力し、第2補正部材80xに所定のビーム断面Dで励起光L1を照射する。

[0057] そして、分光検出器9により、積分球14から出力される計測光を検出し、複数の波長におけるリファレンスの強度データである第2リファレンス強度データを、データ解析装置50へ出力する。データ解析装置50においては、強度データ取得部51により第2リファレンス強度データを取得し、当該第2リファレンス強度データを記憶部53に記憶する。

[0058] [第2補正用強度データの取得（S4）]

続いて、第2光吸収部材Bが収容され保持された第2補正部材80y（図7参照）を試料ホルダ24に載置し、当該試料ホルダ24を積分球14に取り付ける。この状態において、光発生部6で発生させた励起光L1を積分球14内に入力し、第2補正部材80yに所定のビーム断面Dで励起光L1を照射する。このとき、第2光吸収部材Bには、第2光吸収部材Bが所定のビーム断面Dに内包されるように励起光L1が照射される。

[0059] そして、分光検出器9により、積分球14から出力される計測光（第2計測光）を検出し、複数の波長における第2光吸収部材Bの強度データである第2補正用強度データを、データ解析装置50へ出力する。データ解析装置50においては、強度データ取得部51により第2補正用強度データを取得し、当該第2補正用強度データを記憶部53に記憶する。

[0060] [補正データの算出（S5）]

続いて、補正データ算出部52により、補正データを算出する。具体的には、上記ステップS1で取得した第1リファレンス強度データと、上記ステップS2で取得した第1補正用強度データとに基づいて、第1吸収率を算出する。第1吸収率は、第1リファレンス強度データに対する第1補正用強度データの相対値である。ここでは、第1吸収率は、下式(ii)に基づいて算

出される。

$$A_r = 1 - L_b / L_a \cdots (ii)$$

A_r : 第1吸収率, L_a : 第1リファレンス強度データ, L_b : 第1補正用強度データ

[0061] 上記ステップS3で取得した第2リファレンス強度データと、上記ステップS4で取得した第2補正用強度データとに基づいて、第2吸収率を算出する。第2吸収率は、第2リファレンス強度データに対する第2補正用強度データの相対値である。ここでは、第2吸収率は、下式(iii)に基づいて算出される。

$$A_{r'} = 1 - L_{b'} / L_{a'} \cdots (iii)$$

$A_{r'}$: 第2吸収率, $L_{a'}$: 第2リファレンス強度データ,
 $L_{b'}$: 第2補正用強度データ

[0062] そして、第1吸収率 A_r と第2吸収率 $A_{r'}$ とに基づいて、これらの比である補正データ α を算出する。補正データ α は、複数の波長における補正值である。補正データ α は、例えば、後述の下式(7)に従って算出される。第1吸収率 A_r 、第2吸収率 $A_{r'}$ 及び補正データ α については、波長毎の値として算出され、記憶部53に記憶される。

[0063] [試料の強度データの取得(S6)]

続いて、試料1が収容され保持された試料容器40(図5参照)を試料ホルダ24に載置し、当該試料ホルダ24を積分球14に取り付ける。この状態において、光発生部6で発生させた励起光L1を積分球14内に入力し、試料容器40に所定のビーム断面Dで励起光L1を照射する。このとき、試料1には、試料1が所定のビーム断面Dに内包されるように励起光L1が照射される。

[0064] そして、分光検出器9により、積分球14から出力される計測光L2を検出し、複数の波長における試料1の強度データをデータ解析装置50へ出力する。データ解析装置50においては、強度データ取得部51により試料1の強度データを取得し、当該強度データを記憶部53に記憶する。

[0065] [試料の光特性の算出 (S 7)]

最後に、上記ステップS 3で取得した第2リファレンス強度データと、上記ステップS 6で取得した試料1の強度データと、上記ステップS 5で算出した補正データ α とに基づいて、光特性算出部54により試料1の吸収率を算出する。例えば、光特性算出部54においては、下式(iv)に従って、試料1の真の吸収率Qを算出する。なお、試料用基板41と第2補正用基板81とが同じであることから、ここでの試料容器40のリファレンス強度データとして、第2リファレンス強度データが用いられている。

$$Q = (1 - L_{b'} / L_c) \times \alpha \quad \dots (iv)$$

[0066] 上記ステップS 3で取得した第2リファレンス強度データと、上記ステップS 6で取得した試料1の強度データとに基づいて、光特性算出部54により試料1の内部量子効率（発光量子収率）を算出する。当該内部量子効率の算出は、公知の算出方法を用いることができる。そして、光特性算出部54において、算出された内部量子効率及び吸収率の積によって外部量子効率を算出する。

[0067] ところで、励起光L 1のビーム断面D及び試料1の面積比に関する面積比補正值を用いることにより、光特性を精度よく求め得ることが見出される。しかし、積分球14内におけるビーム断面Dの面積 S_2 を計測するのは容易ではない。また、例えば複数の波長における強度データを検出する場合、光学素子の特性に波長依存性があることから、ビーム断面Dの大きさが波長によって異なる。そのため、波長毎の面積比補正值を算出するために波長毎のビーム断面Dの面積 S_2 を計測する必要があり、現実的ではない。

[0068] この点、本実施形態では、第1光吸収部材Aに内包される所定のビーム断面Dで励起光L 1を第1光吸収部材Aに照射することにより得られた第1補正用強度データと、第2光吸収部材Bを内包する所定のビーム断面Dで励起光L 1を第2光吸収部材Bに照射することにより得られた第2補正用強度データと、に基づいて、補正データ α が算出されて記憶部53に記憶される。そして、当該補正データ α を用いて光特性が算出される。これにより、以下

に詳説するように、補正データ α は上記面積比補正值に対応することが見出されることから、励起光 L_1 のビーム断面 D の面積 S_2 を実際に直接計測しなくとも、光特性を精度よく求めることが可能となる。

[0069] すなわち、一般的に、既存の反射率及び吸収率測定では、励起光 L_1 の所定のビーム断面 D における面積 S_2 に対して被照射物の面積 S_1 が大きく、所定のビーム断面 D が被照射物に覆われるという条件を前提としている。この場合、相対反射率 R_a' に関する下式 (1) と、相対吸収率である第 1 吸収率 A_r ($A_r = 1 - \text{相対反射率 } R_a'$) とに関する下式 (2) が得られる。下記において、リファレンスの絶対反射率 R_r 及び被照射物の絶対反射率 R_a は、物質固有の観測可能な物理量である。被照射物の面積 S_1 以外は、波長の関数となっている (以下、同じ)。

$$R_a' = R_a / R_r \quad \cdots (1)$$

$$A_r = 1 - R_a / R_r \quad \cdots (2)$$

[0070] 一方、所定のビーム断面 D の面積 S_2 よりも被照射物の面積 S_1 が小さく、所定のビーム断面 D が被照射物を内包する条件下においては、絶対反射率 R_r 、 R_a を用いて、下式 (3) に示す面積加重平均反射率が定義される。所定のビーム断面 D が被照射物を内包する当該条件下においては、上式 (1)、(2) と同様に、相対反射率 R_{wg}' に関する下式 (4) と、相対吸収率である第 2 吸収率 A_r' ($A_r' = 1 - \text{相対反射率 } R_{wg}'$) に関する下式 (5) と、が得られる。

$$R_{wg} = (S_1 / S_2) \times R_a + ((S_2 - S_1) / S_2) \times R_r \quad \cdots (3)$$

$$R_{wg}' = R_{wg} / R_r \quad \cdots (4)$$

$$A_r' = 1 - R_{wg} / R_r \quad \cdots (5)$$

[0071] 上式 (3) は変形されて下式 (3A) が得られる。これに、上式 (2)、(5) を用いて整理すると、下式 (6) が導出される。その結果、最終的に面積比補正值 S_2 / S_1 に関する下式 (7) が導出される。これにより、第 1 及び第 2 吸収率 A_r 、 A_r' から面積比補正值 S_2 / S_1 が求められる。ひいては、補正データ α が面積比補正值 S_2 / S_1 に対応することとなる。

$$R_{wg}/R_r = (S_1/S_2) \times R_a/R_r + (S_2 - S_1)/S_2$$

$$R_{wg}/R_r = (S_1/S_2) \times R_a/R_r + 1 - S_1/S_2$$

$$1 - R_{wg}/R_r = (S_1/S_2) \times (1 - R_a/R_r) \quad \cdots (3A)$$

$$A_{r'} = (S_1/S_2) \times A_r$$

$$A_r = (S_2/S_1) \times A_{r'} \quad \cdots (6)$$

$$S_2/S_1 = A_r/A_{r'} = \alpha \quad \cdots (7)$$

[0072] 本実施形態では、補正データ α が複数の波長における補正值とされている。これにより、複数の波長における試料1の強度データから光特性を算出する本実施形態に、補正データ α を好適に適応させることができる。

[0073] 一般的には、励起光L1における所定のビーム断面Dが試料1を覆う場合（上記ステップS6参照）、算出される吸収率は真値に対して異なって見積もられる傾向がある。これに対し、本実施形態では、補正データ α を用いることで、励起光L1のビーム断面Dの面積 S_2 を直接計測しなくとも、試料1の強度データから試料1の吸収率Qを精度よく算出可能となり、より正確な外部量子効率を計測可能となる。

[0074] ちなみに、本実施形態では、内部量子効率及び吸収率の双方を計測することができることから、これらを別の装置を用いてそれぞれ計測する必要がない。よって、内部量子効率及び吸収率を計測する場合において、装置コストや煩雑さを抑制することができ、且つ計測に要される試料1の量を低減できる。

[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] 上記実施形態では、積分器として積分球14を用いたが、積分器は、内部に光を拡散反射する面を有し、その内部の光を空間的に積分する光学コンポーネント（Optical component）であればよい。例えば特開2009-103654号公報に開示された積分半球（Integrating hemisphere）を用いてもよい。上記実施形態では、複数の波長における強度データ（分光データ）を

取得し、補正データ α を複数の波長における補正值として算出したが、1つの波長における強度データを取得し、補正データを1つの波長における補正值として算出してもよい。

[0077] 上記実施形態では、試料1の強度データ及び補正データ α に基づいて、試料1の内部量子効率を算出してもよい。具体的には、試料容器40を第1補正部材70と同じ構成とし、所定のビーム断面Dが試料1に内包されるように試料1の面積 S_1 を第1光吸収部材Aの面積 S_A と等しくする。そして、上記ステップS1で取得した第1リファレンス強度データと、上記ステップS6で取得した試料1の強度データと、上記ステップS5で算出した補正データ α とに基づいて、光特性算出部54により試料1の内部量子効率を算出してもよい。

[0078] 励起光L1における所定のビーム断面Dが試料1に覆われる場合、多重散乱により自己吸収の効果が高くなり、算出する内部量子効率は真値に対して異なって見積もられる傾向がある。このことから、当該補正データ α を用いて試料1の内部量子効率を算出する（内部量子効率を補正データ α で補正することにより、励起光L1のビーム断面Dの面積 S_2 を直接計測しなくとも、内部量子効率を精度よく求めることが可能となる。

[0079] 上記実施形態において、第1及び第2光吸収部材A、Bは、第1及び第2補正部材70、80の各基材（第1及び第2補正用基板71、81）とは異なる材料で、且つ少しでも光を吸収する材料であればよい。第1及び第2光吸収部材A、Bは、発光しない材料であれば特に限定されるものではない。例えば第1及び第2光吸収部材A、Bに吸収率が高い材料を用いることにより、適切な補正データ α を算出し易くできる。

[0080] 上記実施形態では、試料1の強度データ及び補正データ α に基づいて吸収率を算出したが、吸収率は反射率と表裏の関係を有するパラメータであって「1－反射率」と同義であることから、試料1の強度データ及び補正データ α に基づいて反射率を算出してもよい。同様に、補正データは、第1補正用強度データに基づいて算出された第1反射率と、第2補正用強度データに基

づいて算出された第2反射率と、の比から算出された補正值であってもよい。

[0081] 上記実施形態では、第1及び第2補正部材70, 80に設けられた第1及び第2補正用收容部72, 82に第1及び第2光吸収部材A, Bをそれぞれ收容したが、第1及び第2補正用收容部72, 82を設けずに、第1及び第2補正用基板71, 81上に第1及び第2光吸収部材A, Bをそれぞれ載置してもよい。「同じ」及び「等しい」の語は、例えば「略同じ」及び「略等しい」ものをそれぞれ含むものであって、「実質的に同じ」及び「実質的に等しい」ことをそれぞれ意味する。

[0082] 上記実施形態において、第1及び第2補正用基板71, 81の形状が互いに同じ場合（例えば、第1及び第2補正用收容部72, 82の開口面積、容積又は深さの少なくとも何れかが互いに等しい場合）、上記ステップS3を実施せず、上記ステップS1で取得した第1リファレンス強度データを、第2リファレンス強度データとして用いてもよい。

[0083] 上記実施形態では、上記ステップS1, S2, S3, S4, S6をこの順で実施したが、これらのステップの実施は、どの順で行ってもよい（順不同である）。上記ステップS5は、上記ステップS1～S4の後で上記ステップS7の前に実施すれば、例えば上記S6の実施と並行して実施してもよい。上記ステップS1～S5は、必ずしも試料1の光特性の計測毎に実施する必要はない。例えば、光計測装置100の工場出荷時に上記ステップS1～S5を実施して補正データ α を取得し、記憶部53に予め記憶しておいてもよい。また、例えば一定期間の経過後の校正時に、上記ステップS1～S5を実施してもよい。

[0084] 上記実施形態においては、試料1の面積 S_1 よりも所定のビーム断面Dの面積 S_2 を大きくし、所定のビーム断面Dが試料1を内包するように（覆うように）構成すればよい。また、第1光吸収部材Aの面積 S_A よりも所定のビーム断面Dの面積 S_2 を小さくし、所定のビーム断面Dが試料1に内包されるように（覆われるように）構成すればよい。さらにまた、第2光吸収部材Bの面

積 S_B よりも所定のビーム断面 D の面積 S_2 を大きくし、所定のビーム断面 D が試料 1 を内包するように構成すればよい。このような構成は、例えば励起光 L_1 の光学系、及び、収容部 42 、 72 、 82 の開口形状の少なくとも何れかを調整することによって実現できる。

産業上の利用可能性

[0085] 本発明の一側面によれば、励起光のビーム断面の面積を直接計測しなくとも、光特性を精度よく求めることが可能な光計測装置及び光計測方法を提供することを課題とする。

符号の説明

[0086] 1 …試料、 9 …分光検出器（光検出器）、 14 …積分球（積分器）、 53 …記憶部、 54 …光特性算出部、 64 …コリメータレンズ（光学系）、 65 、 66 …ミラー（光学系）、 67 …アパーチャ（光学系）、 100 …光計測装置、 A …第 1 光吸収部材、 B …第 2 光吸収部材、 D …所定のビーム断面、 L_1 …励起光、 L_2 …計測光。

請求の範囲

- [請求項1] 試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測装置であって、
 前記試料が配置される積分器と、
 前記励起光を前記積分器内へ入力し、前記励起光を所定のビーム断面で前記試料に照射させる光学系と、
 前記積分器から出力された計測光を検出し、1又は複数の波長における前記試料の強度データを出力する光検出器と、
 補正データが記憶された記憶部と、
 前記光検出器から出力された前記試料の強度データ及び前記記憶部に記憶された前記補正データに基づいて、前記試料の光特性を算出する光特性算出部と、を備え、
 前記補正データは、
 前記積分器に配置された第1光吸収部材に対して前記励起光を前記所定のビーム断面で照射した際に前記積分器から出力された第1計測光の検出値である第1補正用強度データと、前記積分器に配置された第2光吸収部材に対して前記励起光を前記所定のビーム断面で照射した際に前記積分器から出力された第2計測光の検出値である第2補正用強度データと、に基づいて算出された補正值であり、
 前記励起光の前記所定のビーム断面は、
 前記第1光吸収部材に覆われると共に、前記第2光吸収部材を覆う、光計測装置。
- [請求項2] 前記補正データは、前記第1補正用強度データに基づいて算出された第1吸収率と、前記第2補正用強度データに基づいて算出された第2吸収率と、の比から算出された補正值である、請求項1に記載の光計測装置。
- [請求項3] 前記補正データは、前記第1補正用強度データに基づいて算出された第1反射率と、前記第2補正用強度データに基づいて算出された第2反射率と、の比から算出された補正值である、請求項1に記載の光

計測装置。

[請求項4] 前記補正データは、複数の波長における補正值である、請求項1～3の何れか一項に記載の光計測装置。

[請求項5] 前記第1光吸収部材及び前記第2光吸収部材は、同じ吸収率の材料で形成されている、請求項1～4の何れか一項に記載の光計測装置。

[請求項6] 前記励起光の照射位置における前記試料の面積は、前記励起光の照射位置における前記第2光吸収部材の面積と等しく、

前記励起光の前記所定のビーム断面は、前記試料を覆い、

前記光特性算出部は、前記試料の強度データ及び前記補正データに基づいて、前記試料の吸収率又は反射率を前記光特性として算出する、請求項1～5の何れか一項に記載の光計測装置。

[請求項7] 前記励起光の照射位置における前記試料の面積は、前記励起光の照射位置における前記第1光吸収部材の面積と等しく、

前記励起光の前記所定のビーム断面は、前記試料に覆われ、

前記光特性算出部は、前記試料の強度データ及び前記補正データに基づいて、前記試料の内部量子効率を前記光特性として算出する、請求項1～5の何れか一項に記載の光計測装置。

[請求項8] 前記第1光吸収部材に覆われる前記所定のビーム断面は、前記励起光の照射位置において前記第1光吸収部材の面積よりも小さい面積を有し、

前記第2光吸収部材を覆う前記所定のビーム断面は、前記励起光の照射位置において前記第2光吸収部材の面積よりも大きい面積を有する、請求項1～7の何れか一項に記載の光計測装置。

[請求項9] 試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測方法であって、
積分器に配置された第1光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射し、第1補正用強度データを取得するために前記積分器から出力された第1計測光を検出する工程と、

前記積分器に配置された第2光吸収部材に対して前記励起光を前記

所定のビーム断面で照射し、第2補正用強度データを取得するために前記積分器から出力された第2計測光を検出する工程と、

前記積分器に配置された前記試料に対して前記励起光を前記所定のビーム断面で照射し、1又は複数の波長における前記試料の強度データを取得するために前記積分器から出力された計測光を検出する工程と、

前記第1補正用強度データ及び前記第2補正用強度データに基づいて、補正データを算出する工程と、

前記試料の強度データ及び前記補正データに基づいて、前記試料の光特性を算出する工程と、を含み、

前記励起光の前記所定のビーム断面は、

前記第1光吸収部材に覆われると共に、前記第2光吸収部材を覆う、光計測方法。

[請求項10] 前記補正データを算出する工程では、前記第1補正用強度データに基づいて算出された第1吸収率と、前記第2補正用強度データに基づいて算出された第2吸収率と、の比から前記補正データを算出する、請求項9に記載の光計測方法。

[請求項11] 前記補正データを算出する工程では、前記第1補正用強度データに基づいて算出された第1反射率と、前記第2補正用強度データに基づいて算出された第2反射率と、の比から前記補正データを算出する、請求項9に記載の光計測方法。

[請求項12] 前記補正データは、複数の波長における補正值である、請求項9～11の何れか一項に記載の光計測方法。

[請求項13] 前記第1光吸収部材及び前記第2光吸収部材は、同じ吸収率の材料で形成されている、請求項9～12の何れか一項に記載の光計測方法。

[請求項14] 前記励起光の照射位置における前記試料の面積は、前記励起光の照射位置における前記第2光吸収部材の面積と等しく、

前記励起光の前記所定のビーム断面は、前記試料を覆い、

前記試料の前記光特性を算出する工程では、前記試料の強度データ及び前記補正データに基づいて、前記試料の吸収率又は反射率を前記光特性として算出する、請求項 9 ～ 13 の何れか一項に記載の光計測方法。

[請求項15] 前記励起光の照射位置における前記試料の面積は、前記励起光の照射位置における前記第 1 光吸収部材の面積と等しく、

前記励起光の前記所定のビーム断面は、前記試料に覆われ、

前記試料の前記光特性を算出する工程では、前記試料の強度データ及び前記補正データに基づいて、前記試料の内部量子効率を前記光特性として算出する、請求項 9 ～ 13 の何れか一項に記載の光計測方法。

[請求項16] 前記第 1 光吸収部材に覆われる前記所定のビーム断面は、前記励起光の照射位置において前記第 1 光吸収部材の面積よりも小さい面積を有し、

前記第 2 光吸収部材を覆う前記所定のビーム断面は、前記励起光の照射位置において前記第 2 光吸収部材の面積よりも大きい面積を有する、請求項 9 ～ 15 の何れか一項に記載の光計測方法。

[請求項17] 試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測装置であって、
前記試料が配置される積分器と、

前記励起光を前記積分器内へ入力し、前記励起光を所定のビーム断面で前記試料に照射させる光学系と、

前記積分器から出力された計測光を検出し、1 又は複数の波長における前記試料の強度データを出力する光検出器と、

補正データが記憶された記憶部と、

前記光検出器から出力された前記試料の強度データ及び前記記憶部に記憶された前記補正データに基づいて、前記試料の光特性を算出する光特性算出部と、を備え、

前記補正データは、

前記積分器に配置された第1光吸収部材に対して前記励起光を前記所定のビーム断面で照射した際に前記積分器から出力された第1計測光の検出値である第1補正用強度データと、前記積分器に配置された第2光吸収部材に対して前記励起光を前記所定のビーム断面で照射した際に前記積分器から出力された第2計測光の検出値である第2補正用強度データと、に基づいて算出された補正值であり、

前記励起光の前記所定のビーム断面の面積は、

前記第1光吸収部材の面積より小さく、前記第2光吸収部材の面積より大きい、光計測装置。

[請求項18]

試料に励起光を照射し、計測光を検出する光計測方法であって、

積分器に配置された第1光吸収部材に対して励起光を所定のビーム断面で照射し、第1補正用強度データを取得するために前記積分器から出力された第1計測光を検出する工程と、

前記積分器に配置された第2光吸収部材に対して前記励起光を前記所定のビーム断面で照射し、第2補正用強度データを取得するために前記積分器から出力された第2計測光を検出する工程と、

前記積分器に配置された前記試料に対して前記励起光を前記所定のビーム断面で照射し、1又は複数の波長における前記試料の強度データを取得する前記積分器から出力された計測光を検出する工程と、

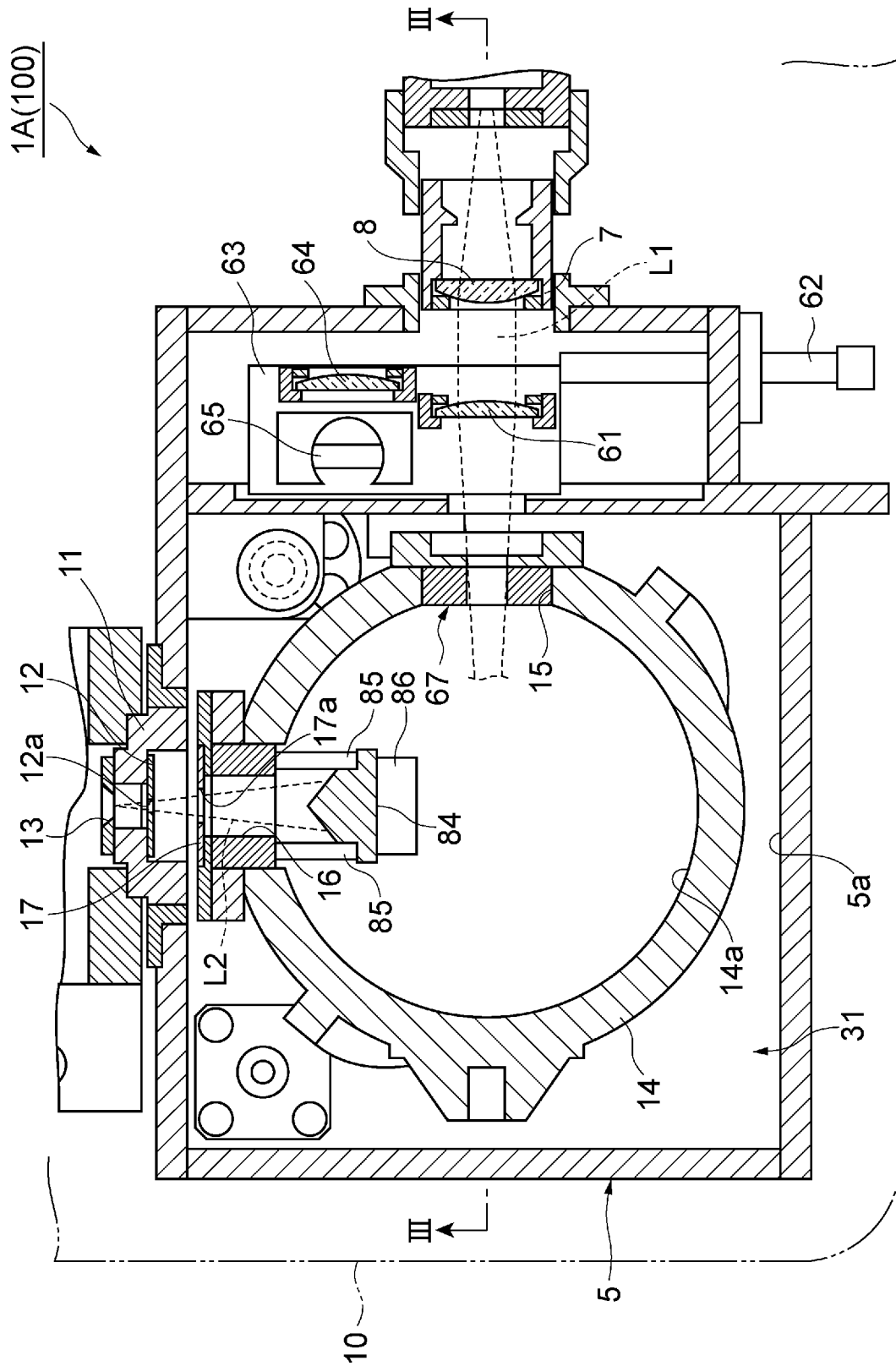
前記第1補正用強度データ及び前記第2補正用強度データに基づいて、補正データを算出する工程と、

前記試料の強度データ及び前記補正データに基づいて、前記試料の光特性を算出する工程と、を含み、

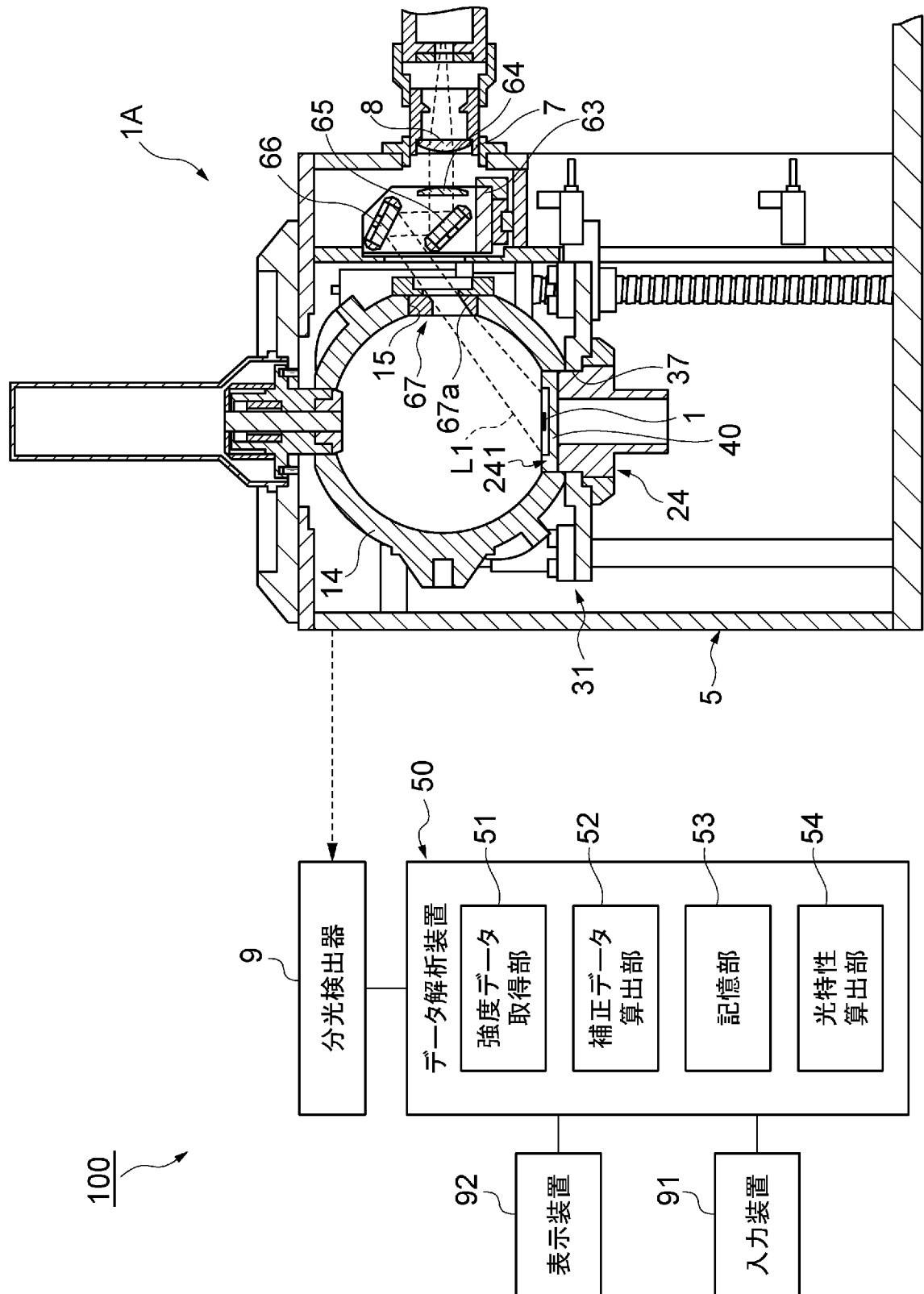
前記励起光の前記所定のビーム断面の面積は、

前記第1光吸収部材の面積よりも小さく、前記第2光吸収部材の面積よりも大きい、光計測方法。

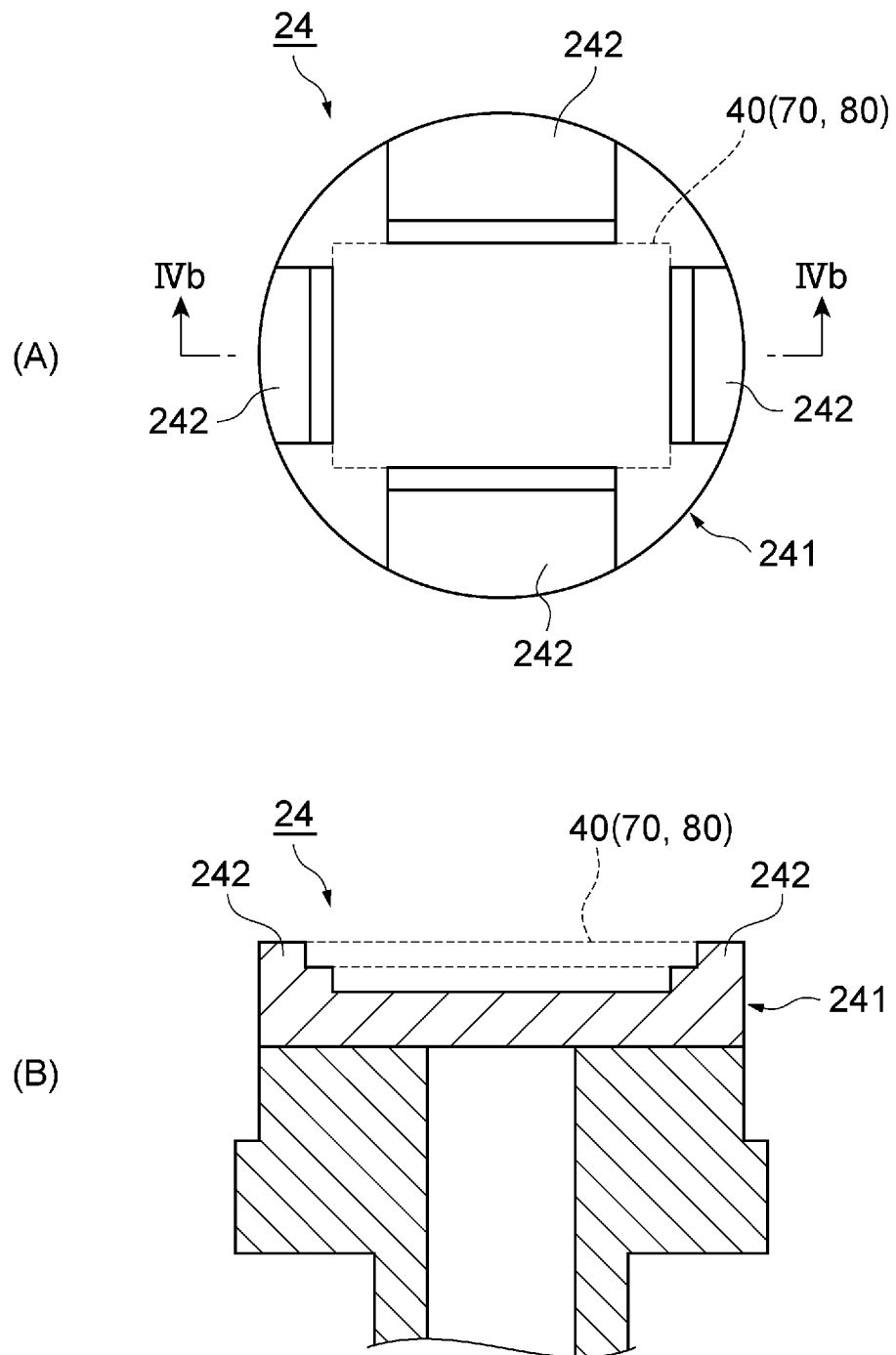
[図2]



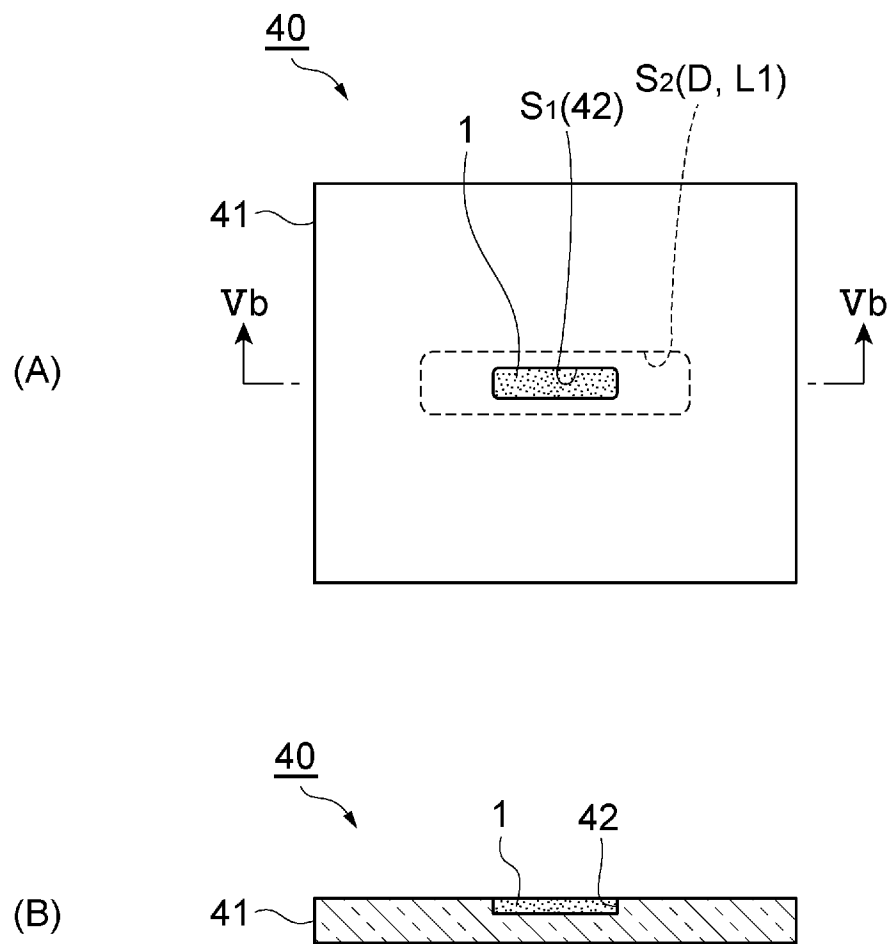
[図3]



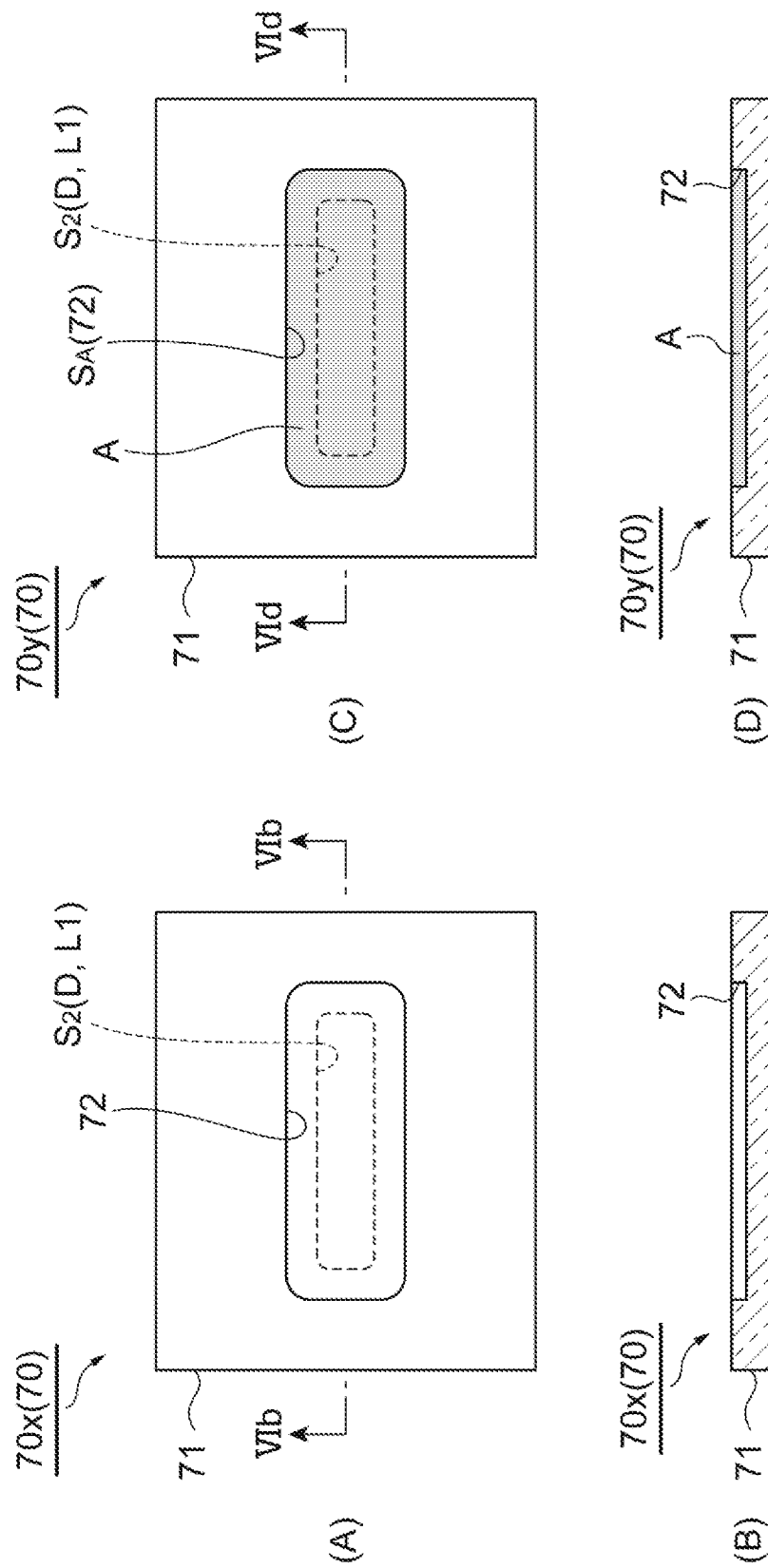
[図4]



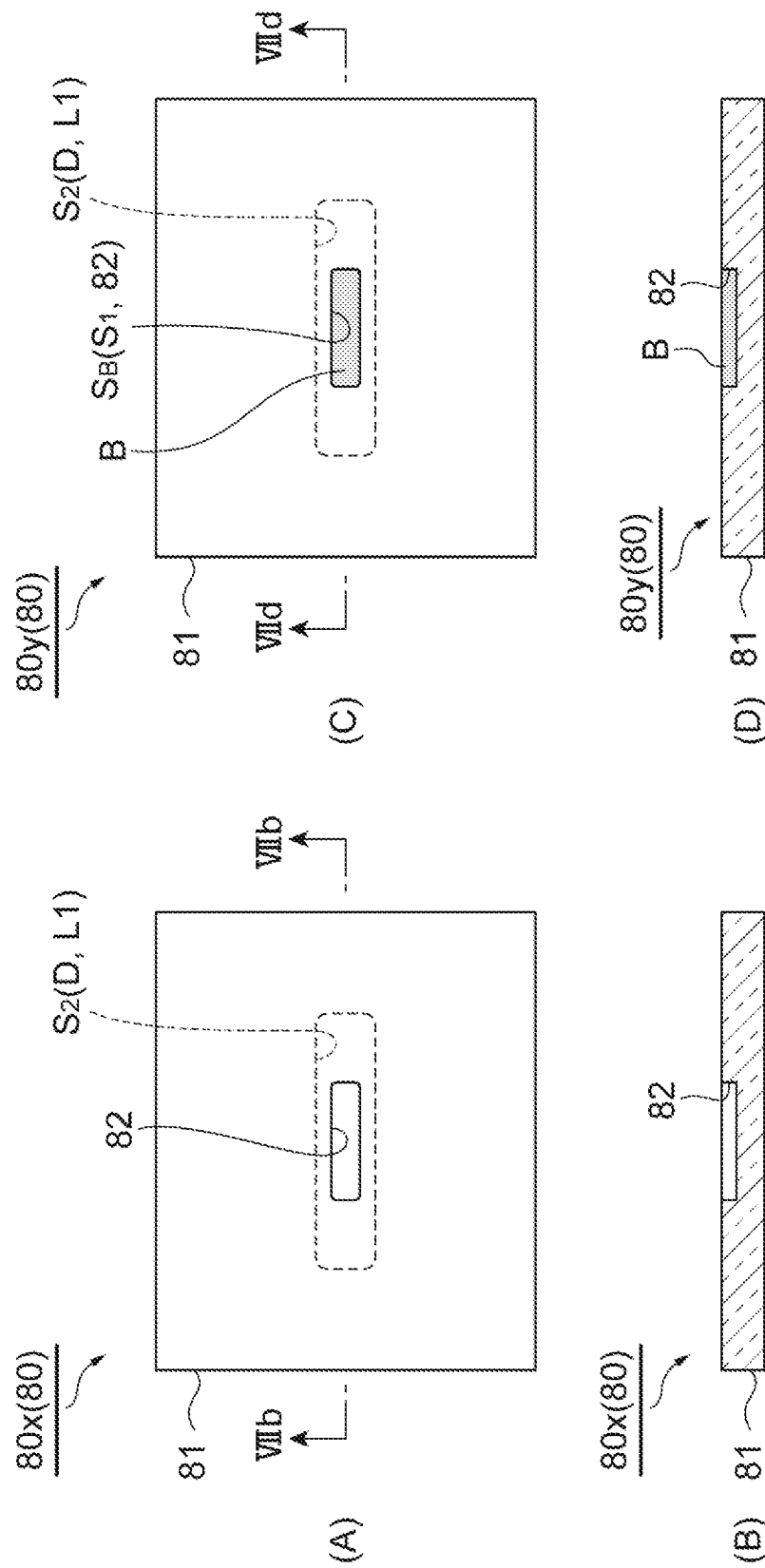
[図5]



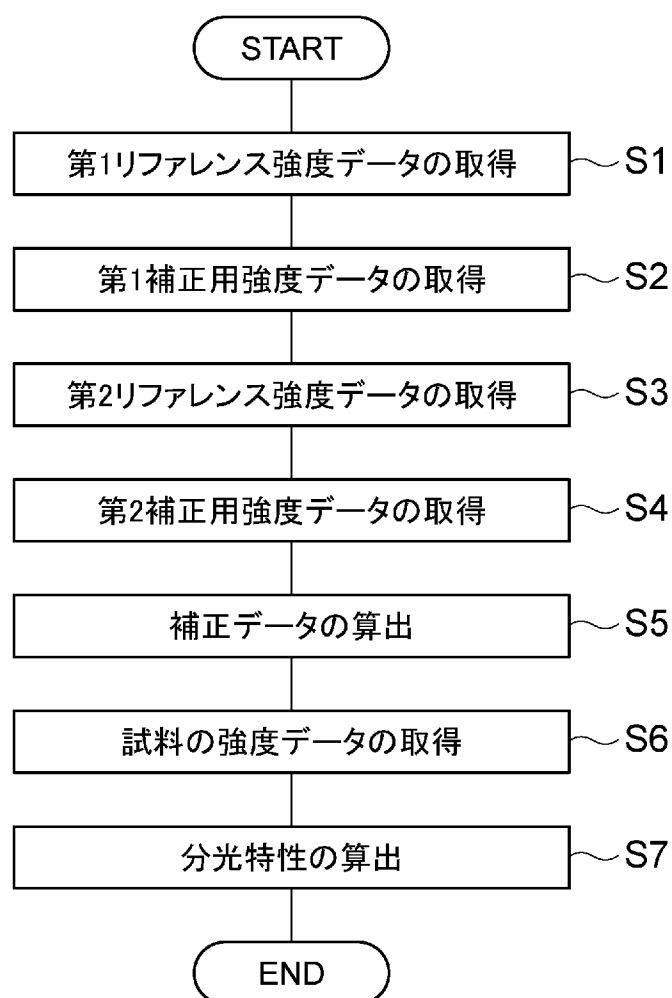
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060876

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J3/443(2006.01) i, G01N21/64(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)

G01J3/00-3/52, G01N21/00-21/74

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-196735 A (Otsuka Electronics Co., Ltd.), 06 October 2011 (06.10.2011), entire text; all drawings & US 2011/0226961 A1 & CN 102192786 A & KR 10-2011-0105349 A & TW 201135197 A	1-18
A	WO 2010/084566 A1 (Otsuka Electronics Co., Ltd.), 29 July 2010 (29.07.2010), entire text; all drawings & US 2011/0155926 A1 & EP 2315003 A1 & CN 101932926 A & TW 201028672 A	1-18

☒ 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
22 June 2015 (22.06.15)

Date of mailing of the international search report
07 July 2015 (07.07.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060876

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/050536 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (EPFL)), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	De Mello J C, et.al., An Improved Experimental Determination of External Photoluminescence Quantum Efficiency, ADVANCED MATERIALS, 1997, Vol.9, No.3, p.230-232	1-18
A	KAWAMURA Y, et.al., Simple Accurate System for Measuring Absolute Photoluminescence Quantum Efficiency in Organic Solid-State Thin Films, Japanese Journal of Applied Physics, 2004.11.10, Vol.43, No.11A, p.7729-7730	1-18
P,A	JP 2014-149266 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 21 August 2014 (21.08.2014), entire text; all drawings & WO 2014/119037 A1 & TW 201432245 A	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01J3/443(2006.01)i, G01N21/64(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（I P C））

Int.Cl. G01J3/00-3/52, G01N21/00-21/74

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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/JMEDPlus/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
A	JP 2011-196735 A（大塚電子株式会社）2011. 10. 06, 全文、全図 & US 2011/0226961 A1 & CN 102192786 A & KR 10-2011-0105349 A & TW 201135197 A	1-18
A	WO 2010/084566 A1（大塚電子株式会社）2010. 07. 29, 全文、全図 & US 2011/0155926 A1 & EP 2315003 A1 & CN 101932926 A & TW 201028672 A	1-18

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

横尾 雅一

2 W

3 7 1 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 0

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 2009/050536 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (EPFL)) 2009.04.23, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-18
A	De Mello J C , et.al., An Improved Experimental Determination of External Photoluminescence Quantum Efficiency, ADVANCED MATERIALS, 1997, Vol.9, No.3, p.230-232	1-18
A	KAWAMURA Y , et.al., Simple Accurate System for Measuring Absolute Photoluminescence Quantum Efficiency in Organic Solid-State Thin Films, Japanese Journal of Applied Physics, 2004.11.10, Vol.43, No.11A, p.7729-7730	1-18
P, A	JP 2014-149266 A (浜松ホトニクス株式会社) 2014.08.21, 全文、全図 & WO 2014/119037 A1 & TW 201432245 A	1-18