

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6279399号
(P6279399)

(45) 発行日 平成30年2月14日(2018.2.14)

(24) 登録日 平成30年1月26日(2018.1.26)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 21/64 (2006.01) GO 1 N 21/64 Z
GO 1 J 3/443 (2006.01) GO 1 J 3/443

請求項の数 18 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-106816 (P2014-106816)	(73) 特許権者	000236436
(22) 出願日	平成26年5月23日 (2014.5.23)		浜松ホトニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2015-222215 (P2015-222215A)		静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(43) 公開日	平成27年12月10日 (2015.12.10)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成29年4月11日 (2017.4.11)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100140442
			弁理士 柴山 健一
		(74) 代理人	100156395
			弁理士 荒井 寿王
		(72) 発明者	江浦 茂
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光計測装置及び光計測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【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射させ、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、
 前記積分器から出射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射された第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射された第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】

10

20

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】

前記励起光の入射位置における前記試料の面積は、前記励起光の入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】

前記励起光の入射位置における前記試料の面積は、前記励起光の入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、前記励起光の入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、前記励起光の入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、前記積分器から出射した第1計測光を検出することにより、第1補正用強度データを取得する工程と、

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、前記積分器から出射した第2計測光を検出することにより、第2補正用強度データを取得する工程と、

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、前記積分器から出射した計測光を検出することにより、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。

10

20

30

40

50

【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。 10

【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】

前記励起光の入射位置における前記試料の面積は、前記励起光の入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。 20

【請求項 15】

前記励起光の入射位置における前記試料の面積は、前記励起光の入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、前記励起光の入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、 30

前記第2光吸収部材を覆う前記所定のビーム断面は、前記励起光の入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射させ、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、

前記積分器から出射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、 40

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射された第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射された第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、 50

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、前記積分器から出射した第1計測光を検出することにより、第1補正用強度データを取得する工程と、

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、前記積分器から出射した第2計測光を検出することにより、第2補正用強度データを取得する工程と、

10

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、前記積分器から出射した計測光を検出することにより、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。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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。

30

【0003】

また、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。また、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、励起光の入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。

40

【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 Ju

50

ly1995、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】

10

【0006】

ところで、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、積分器から出射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値を用い、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。

20

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

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】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、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】

30

【0009】

上記課題を解決するため、本発明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射させ、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、積分器から出射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射された第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射された第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値であり、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。

40

【0010】

また、本発明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射させ、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、積分器から出射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

50

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射された第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射された第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、積分器から出射した第1計測光を検出することにより、第1補正用強度データを取得する工程と、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、積分器から出射した第2計測光を検出することにより、第2補正用強度データを取得する工程と、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、積分器から出射した計測光を検出することにより、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。

10

【0012】

また、本発明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、積分器から出射した第1計測光を検出することにより、第1補正用強度データを取得する工程と、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、積分器から出射した第2計測光を検出することにより、第2補正用強度データを取得する工程と、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、積分器から出射した計測光を検出することにより、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。

20

30

【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。

40

【0015】

本発明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

50

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。

10

【0018】

本発明に係る光計測装置において、励起光の入射位置における試料の面積は、励起光の入射位置における第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。本発明に係る光計測方法において、励起光の入射位置における試料の面積は、励起光の入射位置における第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。

20

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】

本発明に係る光計測装置において、励起光の入射位置における試料の面積は、励起光の入射位置における第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。本発明に係る光計測方法において、励起光の入射位置における試料の面積は、励起光の入射位置における第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。

30

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、励起光の入射位置において第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、励起光の入射位置において第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、励起光の入射位置において第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、励起光の入射位置において第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。

40

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、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】

50

【 0 0 2 2 】

【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】

10

【 0 0 2 3 】

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。

【 0 0 2 4 】

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ものである。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り、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。

20

【 0 0 2 5 】

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、吸収される光子数に関するパラメータである。内部量子効率は、吸収する光の光子数に対する、発光により放出される光の光子数の割合に関するパラメータである。外部量子効率は、放出される光子数に関するパラメータであり、吸収率と内部量子効率との積である。また、吸収率は、反射される光子数に関するパラメータである反射率と表裏の関係を有するものであり、「1 - 反射率」と同義である。

【 0 0 2 6 】

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。また、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）。

30

【 0 0 2 7 】

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。

【 0 0 2 8 】

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 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 L1 を出射する光出射部 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って、励起光 L1 を発生させる。励起光 L1 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。

40

【 0 0 2 9 】

暗箱 5 の後壁には、分光検出器（光検出器）9 の光入射部 11 が接続されている。計測光 L2 は、光入射部 11 に設けられた絞り部材 12 であるアパーチャの開口部 12a で絞られて、スリット 13 を介して分光検出器 9 内に入射する。分光検出器 9 は、計測光 L2 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 L2

50

の波長スペクトルデータをデータ解析装置50へ出力する。

【0030】

また、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50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)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14には、励起光L1を入射させる光入射開口部15、及び計測光L2を出射させる光出射開口部16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10内に収容されている。なお、光発生部6の光出射部7から出射させられる励起光L1の光軸と、分光検出器9の光入射部11に入射させられる計測光L2の光軸とは、水平面内において略直交している。

【0032】

本体1Aにおいて、積分球14の下部及び積分球14が固定されたステージ31には、これらを連通する開口37が形成されている。開口37には、ステージ31の下側から着脱自在に取り付けられた試料ホルダ24が配設されている。つまり、試料ホルダ24は、積分球14に対して着脱自在に取り付けられている。試料ホルダ24は、試料1を収容する試料容器40を積分球14に少なくとも配置させる。

【0033】

本体1Aは、励起光L1の光路を切り替える光路切替手段としてハンドル62を備え、このハンドル62によってステージ63が移動され、レンズ61とコリメータレンズ64との間で切り替えられる。間接励起時(試料1に励起光L1が直接照射されない状態時)、励起光L1は、暗箱5内でレンズ61により集光され、光入射開口部15を介して積分球14内に入射する(図2参照)。直接励起時(試料1に励起光L1が直接照射される状態時)、励起光L1は、暗箱5内でコリメータレンズ64によって集光され、ミラー65、66で順次反射されて積分球14内に入射する(図3参照)。

【0034】

積分球14の光入射開口部15には、アパーチャ67が設けられている。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、試料容器40、第1補正部材70及び第2補正部材80に照射される励起光L1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64、ミラー65、66及びアパーチャ67は、試料1に励起光L1を照射させる光学系を構成する。この光学系では、暗箱5に入射した励起光L1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に入射される。これにより、励起光L1が所定のビーム断面Dで試料ホルダ24の試料容器40に照射される(図5参照)。励起光L1における所定のビーム断面Dは、例えば4.8mm×12mmとされている。

【0035】

積分球14の光出射開口部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外に出射する。積分球14内において光出射開口部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の光入射部11に直接入射するのを防止する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

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 IV b - IV b 線に沿う端面図である。図 4 に示すように、試料ホルダ 2 4 は、試料 1 を収容する後述の試料容器 4 0 を、照射対象物として積分球 1 4 に配置させる。また、試料ホルダ 2 4 は、後述するように、試料容器 4 0 に代えて、第 1 光吸収部材 A を収容可能な第 1 補正部材 7 0、及び、第 2 光吸収部材 B を収容可能な第 2 補正部材 8 0 を、照射対象物として積分球 1 4 に配置させる。試料ホルダ 2 4 は、照射対象物を載置するための台座 2 4 1 を有している。

【 0 0 3 7 】

台座 2 4 1 は、積分球 1 4 の内面 1 4 a と同様に高反射物質で形成され、例えば白色を呈している。台座 2 4 1 は、試料ホルダ 2 4 において積分球 1 4 の積分空間に露出する部分である。台座 2 4 1 は、上方から見て円形状外形で形成され、その上部の外周部には、保持部 2 4 2 が突設されている。保持部 2 4 2 には、切欠きが設けられており、切欠きに照射対象物を載置することで、保持部 2 4 2 は照射対象物を保持する。

10

【 0 0 3 8 】

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 - V b 線に沿う断面図である。図 5 に示すように、試料容器 4 0 は、試料 1 を配置するためのものであり、矩形板状の試料用基板 4 1 を有している。試料用基板 4 1 には、試料 1 を収容する凹部としての試料用収容部 4 2 が設けられている。試料容器 4 0 は、当該試料容器 4 0 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 4 0 は、完全に透明されていなくともよい。また、試料用基板 4 1 は、円形板状など他の形状でもよい。

20

【 0 0 3 9 】

試料用収容部 4 2 は、上方から見て、長尺形状を有している。試料用収容部 4 2 は、照射される励起光 L 1 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 4 2 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 4 2 の位置における励起光 L 1 の所定のビーム断面 D は、試料 1 の試料用収容部 4 2 から露出する部分を内包する。従って、励起光 L 1 が試料容器 4 0 を照射する範囲は、試料用基板 4 1 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 4 2 は、上方から見て、円形形状等の他の形状を有していてもよい。

30

【 0 0 4 0 】

試料 1 への励起光 L 1 の入射位置において、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 4 0 において試料用収容部 4 2 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 L 1 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。

【 0 0 4 1 】

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 VI b - VI b 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。

40

【 0 0 4 2 】

図 6 に示すように、第 1 補正部材 7 0 は、第 1 光吸収部材 A を配置するためのものであり、試料用基板 4 1 と同じ矩形板状の第 1 補正用基板 7 1 を有している。第 1 補正部材 7 0 は、試料容器 4 0 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 7 1 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 7 2 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

50

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。

10

【0044】

第1光吸収部材Aへの励起光L1の入射位置において、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 $4.8\text{ mm} \times 1.2\text{ mm}$ 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。

20

【0045】

図7(a)は第2光吸収部材が収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VIIb-VIIb線に沿う断面図であり、図7(c)は第2光吸収部材が収容された状態の第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。この第2補正部材80は、試料1に代えて第2光吸収部材Bが収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を収容する凹部として、試料用収容部42と同形状の第2補正用収容部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補正用収容部82内の全域に第2補正用収容部82が完全に閉塞されるように充填されている。

30

【0047】

第2補正用収容部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を収容する。換言すると、第2補正用収容部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を収容する。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補正用収容部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補正用収容部82は、上方から見て、円形形状等の他の形状を有してもよい。

40

【0048】

第2光吸収部材Bへの励起光L1の入射位置において、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

50

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、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。データ解析装置50の処理の詳細については、後述する。

10

【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、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、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。

20

【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×(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内に入射させ、第1補正部材70×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から出射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。

30

【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70y(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内に入射させ、第1補正部材70y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。

40

【0055】

そして、分光検出器9により、積分球14から出射される計測光(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

50

持されていない第2補正部材80×(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内に入射させ、第2補正部材80×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から出射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。

10

【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内に入射させ、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から出射される計測光(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。

20

【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って、ここでは、下式(ii)に基づいて算出される。

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

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】

また、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って、ここでは、下式(iii)に基づいて算出される。

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

$A_{r'}$: 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

40

【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を算出する。補正データは、複数の波長における補正值であって、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内に入射させ、試料容器40に所定のビーム断面Dで

50

励起光 L 1 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 L 1 が照射される。

【 0 0 6 4 】

そして、分光検出器 9 により、積分球 1 4 から出射される計測光 L 2 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 5 0 へ出力する。データ解析装置 5 0 においては、強度データ取得部 5 1 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 5 3 に記憶する。

【 0 0 6 5 】

[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 とに基づいて、光特性算出部 5 4 により試料 1 の吸収率を算出する。例えば、光特性算出部 5 4 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 4 1 と第 2 補正用基板 8 1 とが同じであることから、ここでの試料容器 4 0 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。

$$Q = (1 - L b ' / L c) \times \dots (iv)$$

L c : 試料 1 の強度データ

【 0 0 6 6 】

また、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 5 4 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 5 4 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。

【 0 0 6 7 】

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値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が、積分球 1 4 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ところ、ビーム断面 D の大きさが波長によって異なることから、波長毎の面積比補正値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。

【 0 0 6 8 】

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 が算出されて記憶部 5 3 に記憶される。そして、当該補正データ 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 は上記面積比補正値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。

【 0 0 6 9 】

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 - 相対反射率 R a ') とに関する下式 (2) が得られる。なお、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。また、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) 。

$$R a ' = R a / R r \dots (1)$$

$$A r = 1 - R a / R r \dots (2)$$

【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

50

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。また、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_{gw}' に関する下式(4)と、相対吸収率である第2吸収率 A_{r}' ($A_{r}' = 1 - \text{相対反射率 } R_{gw}'$)に関する下式(5)とが得られる。

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

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

$$A_{r}' = 1 - R_{gw}' \quad \dots (5)$$

【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、ひいては、補正データが面積比補正值 S_2 / S_1 に対応することとなる。

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

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

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

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

$$S_2 / S_1 = A_r / A_{r}' = \dots (7)$$

【0072】

また、本実施形態では、補正データ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を好適に適用させることができる。

【0073】

また、励起光 L_1 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)、一般的には、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、補正データを用いることで、励起光 L_1 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、本発明の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、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、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

10

20

30

40

50

の面積 S_A と等しくする。そして、上記ステップ S 1 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 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 とに基づいて、光特性算出部 5 4 により試料 1 の内部量子効率を算出してもよい。

【 0 0 7 8 】

これにより、励起光 L 1 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ところ、当該補正データ 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 で補正する）ことから、励起光 L 1 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。

10

【 0 0 7 9 】

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 7 0 , 8 0 の各基材（第 1 及び第 2 補正用基板 7 1 , 8 1 ）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 2 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が、吸収率が高い材料を用いることにより、適切な補正データを算出し易くできる。

【 0 0 8 0 】

上記実施形態では、試料 1 の強度データ及び補正データ 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 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。

20

【 0 0 8 1 】

上記実施形態では、第 1 及び第 2 補正部材 7 0 , 8 0 に設けられた第 1 及び第 2 補正用収容部 7 2 , 8 2 に第 1 及び第 2 光吸収部材 A , B をそれぞれ収容したが、第 1 及び第 2 補正用収容部 7 2 , 8 2 を設けずに、第 1 及び第 2 補正用基板 7 1 , 8 1 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。上記において「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。

30

【 0 0 8 2 】

上記実施形態において、第 1 及び第 2 補正用基板 7 1 , 7 2 の形状が互いに略同じ場合（例えば、第 1 及び第 2 補正用収容部 7 2 , 8 2 の開口面積、容積又は深さの少なくとも何れかが互いに略等しい場合）、上記ステップ S 3 を実施せず、上記ステップ S 1 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。

【 0 0 8 3 】

上記実施形態では、上記ステップ S 1 , S 2 , S 3 , S 4 , S 6 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く順不同である。また、上記ステップ S 5 は、上記ステップ S 1 ~ S 4 の後で上記ステップ S 7 の前に実施すれば、例えば上記 S 6 の実施と並行して実施してもよい。さらに、上記ステップ S 1 ~ S 5 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 1 0 0 の工場出荷時に上記ステップ S 1 ~ S 5 を実施して補正データ を取得し、記憶部 5 3 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 S 1 ~ S 5 を実施してもよい。

40

【 0 0 8 4 】

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、

50

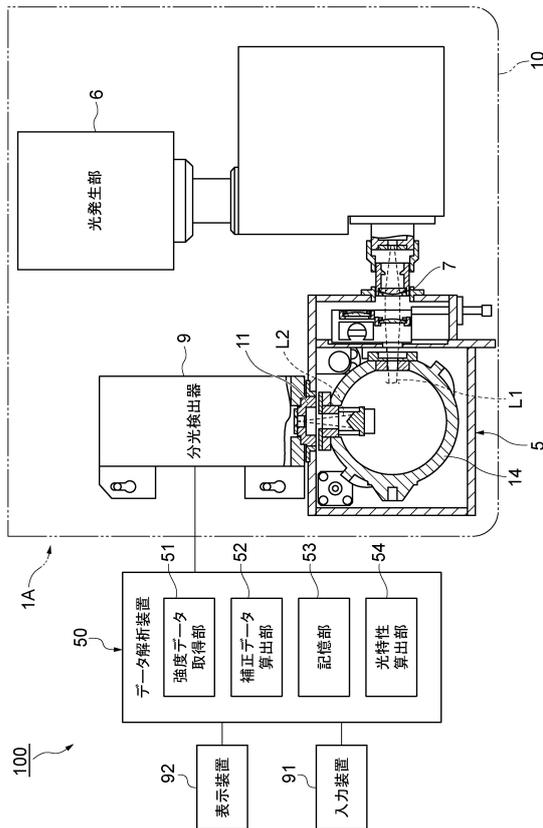
所定のビーム断面Dが試料1を内包するように構成すればよい。かかる構成は、例えば励起光L1の光学系、及び、収容部42、72、82の開口形状の少なくとも何れかを調整することにより実現できる。

【符号の説明】

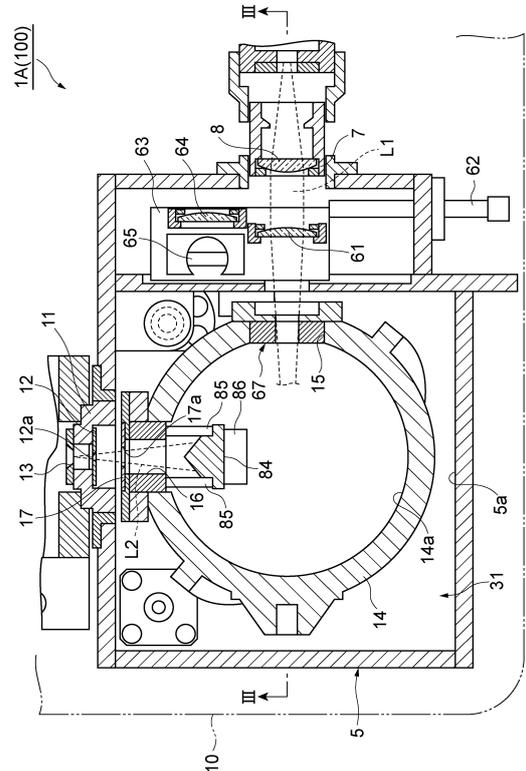
【0085】

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、L1...励起光、L2...計測光。

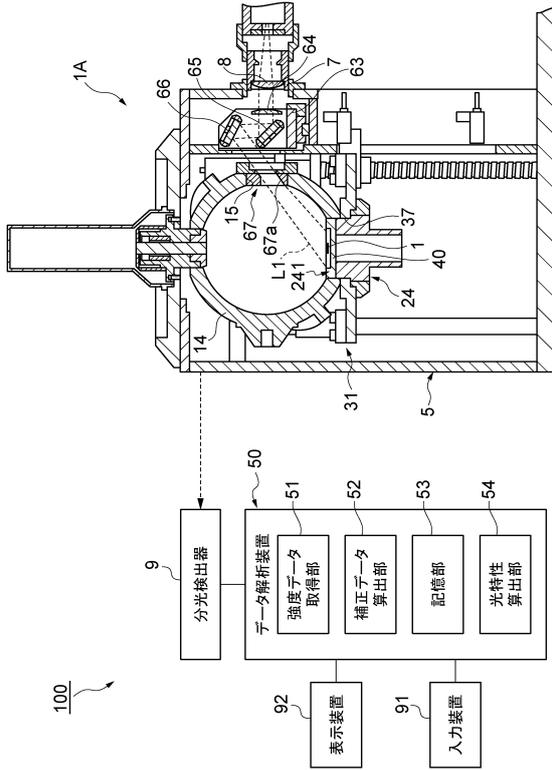
【図1】



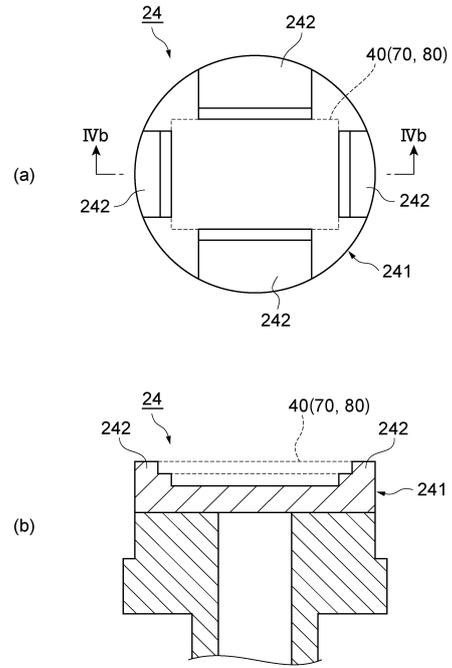
【図2】



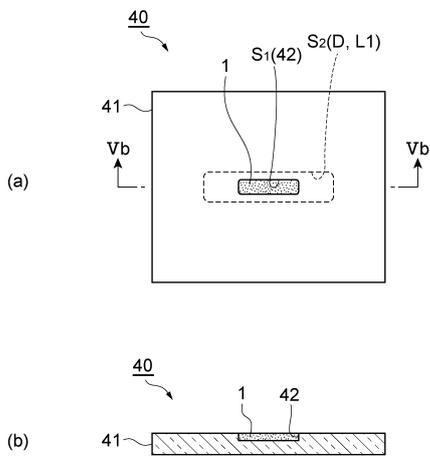
【 図 3 】



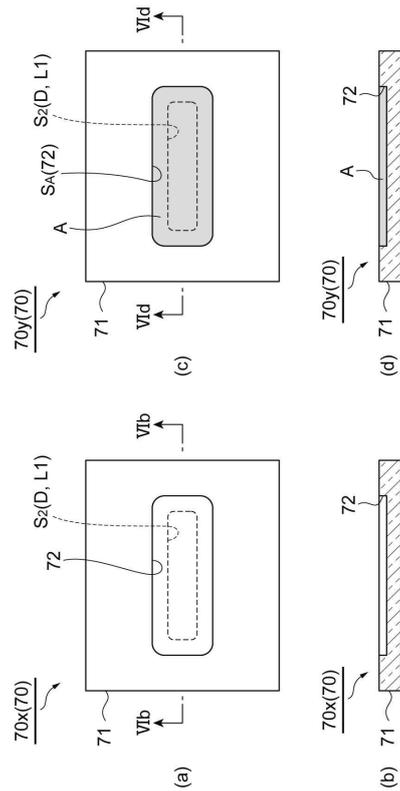
【 図 4 】



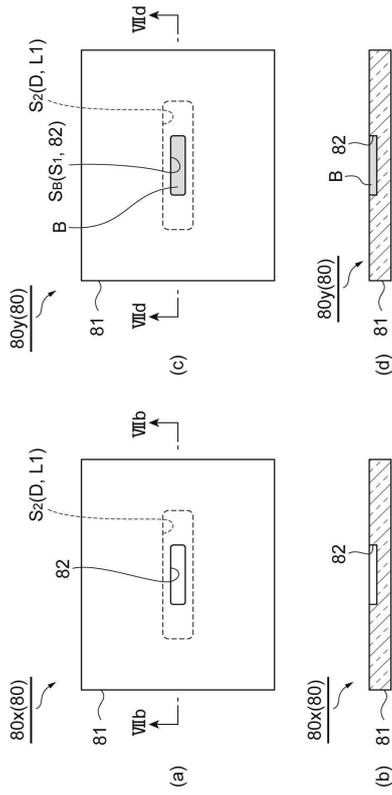
【 図 5 】



【 図 6 】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 健吾
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
- (72)発明者 池村 賢一郎
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
- (72)発明者 井口 和也
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

審査官 横尾 雅一

- (56)参考文献 特開2011-196735(JP,A)
国際公開第2010/084566(WO,A1)
国際公開第2009/050536(WO,A1)
De Mello J C , et.al. , An Improved Experimental Determination of External Photoluminescence Quantum Efficiency , ADVANCED MATERIALS , 1997年 , Vol.9, No.3 , p.230-232
KAWAMURA Y , et.al. , Simple Accurate System for Measuring Absolute Photoluminescence Quantum Efficiency in Organic Solid- , Japanese Journal of Applied Physics , 2004年1月10日 , Vol.43, No.11A , p.7729-7730

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G01N 21/00 - 21/74

G01J 3/00 - 3/52

JSTPlus / JMEDPlus / JST7580 (JDreamIII)