

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5633334号
(P5633334)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014. 12. 3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014. 10. 24)

| | |
|------------------------|-------------|
| (51) Int. Cl. | F I |
| GO 1 J 3/26 (2006. 01) | GO 1 J 3/26 |
| GO 1 J 3/10 (2006. 01) | GO 1 J 3/10 |

請求項の数 4 (全 12 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-262758 (P2010-262758) | (73) 特許権者 | 000002369 |
| (22) 出願日 | 平成22年11月25日(2010. 11. 25) | | セイコーエプソン株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2012-112839 (P2012-112839A) | | 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 |
| (43) 公開日 | 平成24年6月14日(2012. 6. 14) | (74) 代理人 | 110000637 |
| 審査請求日 | 平成25年11月22日(2013. 11. 22) | | 特許業務法人樹之下知的財産事務所 |
| | | (72) 発明者 | 舟本 達昭 |
| | | | 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
| | | 審査官 | 横尾 雅一 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分光測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可視光の波長域における光を分光する分光測定装置であって、
 前記可視光の波長域にピーク波長を有さず、短波長から長波長に向かうに従って光量が
 増大する光を射出する第1光源と、
 前記可視光の波長域にピーク波長を有する光を射出し、前記ピーク波長がそれぞれ異なる複数の第2光源と、
 前記第1光源及び前記第2光源から射出される光を混合する光混合器と、
 前記光混合器で混合された光が入射され、前記混合された光の入射光のうち、特定波長の光を透過させる波長可変干渉フィルターと、
 前記波長可変干渉フィルターを透過した光を受光する受光部と、
 前記波長可変干渉フィルターの透過する光の波長を切り替え、前記受光部により受光された光に基づいて、前記波長可変干渉フィルターを透過した光の分光特性を測定する測定制御部と、を備え、
前記複数の第2光源は、前記ピーク波長が長波長であるほど光量が小さい
 ことを特徴とする分光測定装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の分光測定装置において、
前記複数の第2光源は、385nm以上450nm以下の範囲内にピーク波長を有する光源を含む

ことを特徴とする分光測定装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の分光測定装置において、

前記複数の第 2 光源は、420 nm 以上 525 nm 以下の範囲内にピーク波長を有する光源と、480 nm 以上 610 nm 以下の範囲内にピーク波長を有する光源とを含む

ことを特徴とする分光測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の分光測定装置において、

前記波長可変干渉フィルターは、駆動電圧の印加により当該波長可変干渉フィルターを透過する光の波長を変更可能なアクチュエーターを有し、

当該分光測定装置は、

前記駆動電圧、及び前記波長可変干渉フィルターを透過する光の波長の関係である透過特性データを記憶する記憶部と、

前記透過特性データを校正する校正部と、を備え、

前記校正部は、前記第 2 光源からの光を標準反射板に照射させ、かつ前記アクチュエーターに印加する前記駆動電圧を順次変更した際に前記受光部により受光された前記標準反射板からの反射光の光量が最大となる前記駆動電圧と、前記第 2 光源のピーク波長とに基づいて、前記透過特性データを校正する

ことを特徴とする分光測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入射光の分光特性を測定する分光測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、入射光の各波長光の光特性（色度や明るさなど）を測定する分析装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

この特許文献 1 に記載の分析装置は、光源から射出され、試料により反射された光を、波長可変干渉フィルターに入射させ、波長可変干渉フィルターを透過した光をフォトダイオードで受光する。そして、フォトダイオードから出力される電流を検出することで、測定を実施する装置である。このような分析装置では、波長可変干渉フィルターを制御することで、波長可変干渉フィルターを透過する光を可変でき、入射した光から所望の波長の光を順次切り替えてフォトダイオードで受信させることが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 106753 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、光源に可視光の波長域内にピーク波長を有さないタングステンランプ等の白色光を用いる場合には、短波長域における光量が低下するため、波長可変干渉フィルターにおける分光可能な波長域のうち、短波長域の光の光量が低下するおそれがある。このため、フォトダイオードで受光する光量が低下して、短波長域における分光特性の測定精度が悪くなる。これにより、入射光に対する正確な分光特性の測定を実施できないという課題がある。

【0006】

本発明の目的は、精度の高い分光特性の測定ができる分光測定装置を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の分光測定装置は、可視光の波長域における光を分光する分光測定装置であって、前記可視光の波長域にピーク波長を有さず、短波長から長波長に向かうに従って光量が増大する光を射出する第1光源と、前記可視光の波長域にピーク波長を有する光を射出し、前記ピーク波長がそれぞれ異なる複数の第2光源と、前記第1光源及び前記第2光源から射出される光を混合する光混合器と、前記光混合器で混合された光が入射され、前記混合された光の入射光のうち、特定波長の光を透過させる波長可変干渉フィルターと、前記波長可変干渉フィルターを透過した光を受光する受光部と、前記波長可変干渉フィルターの透過する光の波長を切り替え、前記受光部により受光された光に基づいて、前記波長可変干渉フィルターを透過した光の分光特性を測定する測定制御部とを備え、前記複数の第2光源は、前記ピーク波長が長波長であるほど光量が小さいことを特徴とする。

10

【0008】

本発明によれば、可視光の波長域にピーク波長を有さず、短波長から長波長に向かうに従って光量が増大する光を射出する第1光源、及び可視光の波長域にピーク波長を有する光を射出する第2光源と、各光源から射出された光を混合する光混合器とを備える。そして、光混合器が各光源から射出される光を混合し、受光部が波長可変干渉フィルターを透過した検査対象光を受光して、測定制御部が検査対象光の分光特性を測定する。ここで、上述したように、可視光の波長域にピーク波長を有さない第1光源のみを用いた場合、可視光の波長域において、所定の波長域内で光量が著しく低下する。しかし、本発明によれば、第2光源が、例えば短波長域（第1光源の光量が少ない波長域）において、ピーク波長を有する光を射出すれば、第1光源の光量が著しく低下する短波長域の光量を効果的に補うことができる。従って、光量が低下する波長域における分光特性の測定精度を高めることができ、ひいては、精度の高い分光特性の測定をすることができる。

20

本発明では、校正部による透過特性データの校正を実施する際に、それぞれ異なるピーク波長を有する第2光源を用いて、より精度の高い校正を実施できる。

【0009】

本発明の分光測定装置では、前記複数の第2光源は、385nm以上450nm以下の範囲内にピーク波長を有する光源を含むことが好ましい。

ところで、波長可変干渉フィルターの波長可変域を380nm～780nmとし、タングステンランプ等の短波長域の光量が小さい第1光源を用いた場合では、第1光源は特に短波長域の光量が低下する。そこで、精度の高い分光特性の測定を行うには、短波長域の光量を補う必要がある。本発明によれば、385nm以上450nm以下の範囲内にピーク波長を有する第2光源を用いたので、短波長域の光量を第2光源で補うことが可能となる。従って、短波長域においても光量を十分得ることが可能となり、精度の高い分光特性の測定を実施することができる。

30

また、本発明の分光測定装置では、前記複数の第2光源は、420nm以上525nm以下の範囲内にピーク波長を有する光源と、480nm以上610nm以下の範囲内にピーク波長を有する光源とを含むことが好ましい。

【0010】

40

本発明の分光測定装置では、前記波長可変干渉フィルターは、駆動電圧の印加により当該波長可変干渉フィルターを透過する光の波長を変更可能なアクチュエーターを有し、当該分光測定装置は、前記駆動電圧、及び前記波長可変干渉フィルターを透過する光の波長の関係である透過特性データを記憶する記憶部と、前記透過特性データを校正する校正部と、を備え、前記校正部は、前記第2光源からの光を標準反射板に照射させ、かつ前記アクチュエーターに印加する前記駆動電圧を順次変更した際に前記受光部により受光された前記標準反射板からの反射光の光量が最大となる前記駆動電圧と、前記第2光源のピーク波長とに基づいて、前記透過特性データを校正することが好ましい。

波長可変干渉フィルターは、環境温度の変化により、反射膜等の温度に依存する線膨張係数が変動するため、反射膜等の内部応力が変動し、透過特性が変化するというおそれがある。

50

これに対して、本発明では、校正部により、波長可変干渉フィルターを所定の環境温度下に設置した際の透過特性の変化に対して、適切な校正を実施できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明に係る第 1 実施形態の分光測定装置の概略構成図。

【図 2】前記第 1 実施形態の光源部のスペクトル分布を示すグラフ。

【図 3】前記第 1 実施形態のエタロンの概略構成を示す断面図。

【図 4】前記第 1 実施形態のエタロンの波長校正の処理を示すフローチャート。

【図 5】前記第 1 実施形態の受光部で生成した電気信号の電流値と駆動電圧との関係を示すグラフ。

10

【図 6】前記第 1 実施形態のエタロンの波長校正を説明するための図。

【図 7】本発明に係る第 2 実施形態の分光測定装置の概略構成図。

【図 8】前記第 2 実施形態の光源部のスペクトル分布を示すグラフ。

【図 9】前記第 2 実施形態のエタロンの波長校正を説明するための図。

【図 10】本発明の変形例に係る光源部のスペクトル分布を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

[第 1 実施形態]

以下、本発明に係る第 1 実施形態を図面に基づいて説明する。

〔 1 . 分光測定装置の概略構成 〕

20

図 1 は、第 1 実施形態の分光測定装置 1 の概略構成を示す図である。

分光測定装置 1 は、図 1 に示すように、検査対象 A に光を射出する光源装置 2 と、検査対象 A で反射された検査対象光を分光するエタロン 5 (波長可変域 3 8 0 n m ~ 7 8 0 n m) を備えた分光装置 3 と、分光測定装置 1 の全体動作を制御する制御装置 4 とを備える。そして、この分光測定装置 1 は、光源装置 2 から射出される光を検査対象 A にて反射させ、反射された検査対象光を分光装置 3 にて分光し、分光装置 3 から出力される検出信号に基づいて、分光した各波長の光の光量をそれぞれ測定する分光特性測定を実施する装置である。

また、この分光測定装置 1 は、光源装置 2 の後述する紫色 L E D 2 1 2 のみを点灯させて、エタロン 5 の波長校正を行う装置でもある。この場合には、検査対象 A として、白色の標準反射板が用いられる。なお、エタロン 5 の波長校正の詳細については、後述する。

30

【 0 0 1 3 】

〔 2 . 光源装置の構成 〕

光源装置 2 は、図 1 に示すように、光源部 2 1 と、光混合器 2 2 と、レンズ 2 3 とを備えて、これらが一体化された装置である。

光源部 2 1 は、白色光を射出するタングステンランプ 2 1 1 (第 1 光源) と、紫色 L E D (Light Emitting Diode) 2 1 2 (第 2 光源) と、タングステンランプ 2 1 1 及び紫色 L E D 2 1 2 から射出された光を反射するリフレクター 2 1 3 とを備える。そして、光源装置 2 は、検査対象光の分光測定を行う場合、タングステンランプ 2 1 1 及び紫色 L E D 2 1 2 の双方を点灯させ、エタロン 5 の波長校正を行う場合、紫色 L E D 2 1 2 のみを点

40

灯させる。光混合器 2 2 は、石英ガラスやアクリル樹脂等で筒状に形成され、リフレクター 2 1 3 で反射された光を内部で多重反射させて、タングステンランプ 2 1 1 及び紫色 L E D 2 1 2 から射出された光を混合、すなわち合成させる。

レンズ 2 3 は、光混合器 2 2 で多重反射された光を平行光とし、平行化された光を検査対象 A に入射させる。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、本実施形態における光源部 2 1 のスペクトル分布を示すグラフである。

タングステンランプ 2 1 1 は、図 2 に示す破線部分のスペクトル分布を有している。すなわち、タングステンランプ 2 1 1 は、短波長から長波長に向かうに従って、光量が増大

50

するので、波長400nm近傍の短波長域において、光量が小さい。

一方、紫色LED212は、図2に示す実線部分のスペクトル分布を有している。このため、紫色LED212は、波長約385nm～約430nmの範囲でスペクトル分布を有し、波長405nmに光量が最大となるピーク波長を有している。

以上により、タングステンランプ211及び紫色LED212から射出された光が光混合器22で混合されることで、図2の二点鎖線に示すスペクトル分布となる。すなわち、紫色LED212は、タングステンランプ211の光量が小さい波長400nm近傍の光量を効果的に補うことができる。

【0015】

〔3．分光装置の構成〕

分光装置3は、図1に示すように、検査対象Aで反射された検査対象光を所定方向へ反射させてエタロン5に集光させる凹面鏡3Aを有した装置本体30を備える。この装置本体30は、凹面鏡3Aから入射された検査対象光を分光するエタロン5（波長可変干渉フィルター）と、エタロン5で分光された各波長の光を受光する受光部31とを備える。

【0016】

〔3-1．受光部の構成〕

受光部31は、光検出器として動作する受光素子であり、例えば、フォトダイオード、フォトIC等で構成される。この受光部31は、エタロン5にて透過された検査対象光を受光すると、受光した検査対象光の光量に応じた電気信号を生成する。そして、受光部31は、制御装置4に接続されており、生成した電気信号を受光信号として制御装置4に出力する。

なお、一般的な受光素子では、短波長域の受信感度が長波長域の受信感度よりも悪いため、本実施形態では、図2に示すように、特に短波長域にピーク波長を有する紫色LED212を用いたことで、短波長域の受信感度を向上させている。

【0017】

〔3-2．エタロンの構成〕

図3は、エタロン5の概略断面図である。

エタロン5は、例えば、平面視略正方形の板状の光学部材であり、一辺が例えば10mmに形成されている。このエタロン5は、図3に示すように、固定基板51と、可動基板52とを備える。そして、これらの基板51、52は、例えば、プラズマ重合膜を用いたシロキサン接合などにより接合層53を介して互いに接合されて一体的に構成される。これらの2枚の基板51、52は、それぞれ例えば、ソーダガラス、結晶性ガラス、石英ガラス等の各種ガラスや、水晶等により形成されている。

【0018】

また、固定基板51と可動基板52との間には、固定ミラー54及び可動ミラー55が設けられる。ここで、固定ミラー54は、固定基板51における可動基板52に対向する面に固定され、可動ミラー55は、可動基板52における固定基板51に対向する面に固定されている。また、これらの固定ミラー54及び可動ミラー55は、ギャップGを介して対向配置されている。

さらに、固定基板51と可動基板52との間には、固定ミラー54及び可動ミラー55の間のギャップGの寸法を調整するための静電アクチュエーター56が設けられている。

【0019】

固定基板51は、厚みが例えば500μmのガラス基材をエッチングにより加工することで形成される。この固定基板51には、図3に示すように、エッチングにより電極形成溝511が形成され、電極形成溝511には、静電アクチュエーター56を構成する第1電極561が形成される。この第1電極561は、図示しない電極引出部を介して制御装置4（図1参照）に接続されている。

【0020】

可動基板52は、厚みが例えば200μmのガラス基材をエッチングにより加工することで形成される。この可動基板52には、第1電極561に所定のギャップを介して対向

10

20

30

40

50

する、静電アクチュエーター 5 6 を構成する第 2 電極 5 6 2 が形成されている。この第 2 電極 5 6 2 は、図示しない電極引出部を介して制御装置 4 (図 1 参照) に接続されている。

そして、制御装置 4 から出力される電圧により、第 1 電極 5 6 1 及び第 2 電極 5 6 2 の間に静電引力が働き、ギャップ G の寸法が調整され、当該ギャップ G の寸法に応じて、エタロン 5 を透過する光の透過波長が決定される。すなわち、静電アクチュエーター 5 6 によりギャップ間隔を適宜調整することで、エタロン 5 を透過する光が決定されて、エタロン 5 を透過した光が受光部 3 1 で受光される。

【 0 0 2 1 】

〔 4 . 制御装置の構成 〕

制御装置 4 は、分光測定装置 1 の全体動作を制御する。この制御装置 4 としては、例えば汎用パーソナルコンピューターや、携帯情報端末、その他、測色専用コンピューターなどを用いることができる。

そして、制御装置 4 は、図 1 に示すように、光源制御部 4 1 と、測定制御部 4 2 と、校正部 4 3 とを備えて構成されている。また、制御装置 4 は、図示しないメモリーやハードディスクなどの記録媒体である記憶部を備え、当該記憶部には、駆動電圧に対する透過光の透過波長を示す透過特性データ (V - データ) が記憶されている。

【 0 0 2 2 】

光源制御部 4 1 は、光源部 2 1 に接続されている。そして、光源制御部 4 1 は、例えば分光特性の測定処理を行うという、利用者の設定入力に基づいて、光源部 2 1 に所定の制御信号を出力し、光源部 2 1 のタングステンランプ 2 1 1 及び紫色 L E D 2 1 2 から所定の明るさの光を射出させる。また、光源制御部 4 1 は、例えば、エタロン 5 の波長校正を行うという、利用者の設定入力に基づいて、光源部 2 1 に所定の制御信号を出力し、光源部 2 1 の紫色 L E D 2 1 2 のみから光を射出させる。

【 0 0 2 3 】

測定制御部 4 2 は、上述したように、エタロン 5 の第 1 電極 5 6 1、及び第 2 電極 5 6 2 に接続されている。そして、測定制御部 4 2 は、第 1 電極 5 6 1、及び第 2 電極 5 6 2 に駆動電圧を印加することで、エタロン 5 のギャップ G の寸法を変化させ、エタロン 5 を透過する光の波長を切り替える。

また、測定制御部 4 2 は、受光部 3 1 に接続され、検査対象光の分光特性の測定処理を実施する。

分光特性の測定処理の際、測定制御部 4 2 は、受光部 3 1 から入力された受光信号に基づいて、各波長に対する受光量を算出し、検査対象光の分光特性の測定処理を実施する。

【 0 0 2 4 】

校正部 4 3 は、受光部 3 1 に接続され、エタロン 5 の波長校正処理を実施する。

エタロン 5 の波長校正の際、校正部 4 3 は、受光部 3 1 から入力される駆動電圧毎の受光信号を受信に基づいて、受光信号、及び駆動電圧の関係を算出する。そして、校正部 4 3 は、紫色 L E D 2 1 2 のピーク波長である、405 nm における駆動電圧を算出し、エタロン 5 の波長校正 (上述した透過特性データの補正) を実施する。

【 0 0 2 5 】

〔 5 . エタロンの校正について 〕

分光測定装置 1 は、上述したように、エタロン 5 を透過した検査対象光の分光特性の測定の際、紫色 L E D 2 1 2 のみを点灯させてエタロン 5 の波長校正を行う。ここでは、エタロン 5 の波長校正について、図 4 に示すフローを参照して説明する。

エタロン 5 では、環境温度の変化により、ミラー 5 4 , 5 5 や電極 5 6 1 , 5 6 2 の温度に依存する線膨張係数が変動するため、ミラー 5 4 , 5 5 や電極 5 6 1 , 5 6 2 の内部応力が変動し、基板 5 1 , 5 2 が撓むおそれがある。これにより、ミラー間ギャップ G の寸法が変動し、所望の透過波長を得られないという問題がある。そこで、エタロン 5 を所定の環境温度下に設置した際において、駆動電圧に対するギャップ G の寸法 (透過波長) を予め設定しておくことが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

具体的に、光源制御部 4 1 により、紫色 L E D 2 1 2 のみを点灯させる（ステップ S 1）。そして、測定制御部 4 2 は、駆動電圧を例えば、0 . 1 V 単位で変化させていく（ステップ S 2）。次に、受光部 3 1 は、駆動電圧毎に検査対象 A で反射された検査対象光を受光し、受光した検査対象光の光量に応じた電気信号を生成する。これにより、校正部 4 3 は、受光部 3 1 で生成した電気信号の電流値と電圧（駆動電圧）との関係を示した図 5 のデータを取得する（ステップ S 3）。

そして、校正部 4 3 は、図 5 のデータに基づいて、最大電流値となる電圧値 V 1 を取得し（ステップ S 4）、この電圧値 V 1 を印加した場合における波長は、4 0 5 n m（紫色 L E D 2 1 2 のピーク波長）である。

10

【 0 0 2 7 】

次に、校正部 4 3 は、記憶部から V - データを読み出して校正する（ステップ S 5）。

ところで、環境温度の変化やこの他の要因（エタロン 5 の配設位置の変化による重力の変動等）に応じて、V - データの変動パターンがシミュレーションにより予め分かっている。

図 6 では、環境温度の変化により波長変動が一定となる場合を示しており、具体的に、破線部分は校正前のデータであり、実線部分は校正後のデータを示している。図 6 によれば、V - データの 1 点を補正すればよいため、校正部 4 3 は、前記所定の環境温度下において、駆動電圧 V 1 における波長を 4 0 5 n m と校正する。

20

【 0 0 2 8 】

〔 6 . 本実施形態の作用効果 〕

本実施形態によれば、可視光の波長域にピーク波長を有さないタングステンランプ 2 1 1、及び可視光の波長域にピーク波長を有する紫色 L E D 2 1 2 と、各光源 2 1 1, 2 1 2 から射出された光を混合する光混合器 2 2 とを備える。そして、光混合器 2 2 が各光源 2 1 1, 2 1 2 から射出される光を混合し、受光部 3 1 がエタロン 5 を透過した検査対象光を受光して、測定制御部 4 2 が検査対象光の分光特性を測定する。ここで、上述したように、可視光の波長域にピーク波長を有さないタングステンランプ 2 1 1 のみを用いた場合、可視光の波長域において、短波長域で光量が著しく低下する。しかし、本実施形態によれば、可視光の波長域において、特に短波長域にピーク波長を有する紫色 L E D 2 1 2 を備えるので、各光源 2 1 1, 2 1 2 から射出される光を混合することで、タングステンランプ 2 1 1 の光量が著しく低下する短波長域の光量を効果的に補うことができる。従って、光量が低下する短波長域における分光特性の測定精度を高めることができ、ひいては、精度の高い分光特性の測定をすることができる。

30

【 0 0 2 9 】

また、波長 4 0 5 n m にピーク波長を有する紫色 L E D 2 1 2 を用いたので、短波長域の光量を紫色 L E D 2 1 2 で補うことが可能となる。従って、短波長域においても光量を十分得ることが可能となり、精度の高い分光特性の測定を実施することができる。

【 0 0 3 0 】

〔 第 2 実施形態 〕

図 7 は、第 2 実施形態の分光測定装置 1 A の概略構成を示す図である。

40

前記第 1 実施形態では、光源部 2 1 は、2 つの光源であるタングステンランプ 2 1 1、及び紫色 L E D 2 1 2 を備えていたが、本実施形態では、光源部 2 1 A は、さらに 2 つの光源である青色 L E D 2 1 4、及び緑色 L E D 2 1 5 を備え、4 つの光源 2 1 1, 2 1 2, 2 1 4, 2 1 5 を備える点で相違する。

【 0 0 3 1 】

図 8 は、本実施形態における光源部 2 1 A のスペクトル分布を示すグラフである。

青色 L E D 2 1 4 は、図 8 に示す実線 L 1 のスペクトル分布を有している。このため、青色 L E D 2 1 4 は、波長約 4 2 0 n m ~ 約 5 2 5 n m の範囲でスペクトル分布を有し、波長 4 7 0 n m に光量が最大となるピーク波長を有している。

50

緑色ＬＥＤ２１５は、図８に示す実線Ｌ２のスペクトル分布を有している。このため、緑色ＬＥＤ２１５は、波長約４８０ｎｍ～約６１０ｎｍの範囲でスペクトル分布を有し、波長５３０ｎｍに光量が最大となるピーク波長を有している。

また、紫色ＬＥＤ２１２、青色ＬＥＤ２１４、及び緑色ＬＥＤ２１５のピーク波長の強度は、波長が高くなるにつれて小さくなるように設定される。

以上により、タングステンランプ２１１、紫色ＬＥＤ２１２、青色ＬＥＤ２１４、及び緑色ＬＥＤ２１５から射出された光が光混合器２２で混合されることで、図８の二点鎖線に示すスペクトル分布となる。すなわち、紫色ＬＥＤ２１２は、タングステンランプ２１１の光量が小さい波長４００ｎｍ近傍の光量を補いつつ、青色ＬＥＤ２１４及び緑色ＬＥＤ２１５は、短波長から長波長に向かうに従って、タングステンランプ２１１の光量を補う。すなわち、前記第１実施形態に比べて、可視光域における光量がより増加している。

【００３２】

次に、上述した光源部２１Ａを有する分光測定装置１Ａでは、以下のように、エタロン５の波長校正を実施する。以下では、本実施形態では、環境温度の変化に加えて、エタロン５の配設位置の変化（重力の変動）等により波長変動が生じる場合に対するエタロン５の波長校正について説明する。

上述したように、Ｖ－データの変動パターンがシミュレーションにより予め分かっているため、環境温度の変化に加えて、重力の変動等により波長変動が生じる場合には、図９に示すように、Ｖ－データの少なくとも３点を補正する必要がある。そこで、校正部４３は、紫色ＬＥＤ２１２に加えて、青色ＬＥＤ２１４及び緑色ＬＥＤ２１５を用いて、エタロン５の波長校正を実施する。

【００３３】

具体的に、前記第１実施形態と同様に、図４に示すステップＳ１からステップＳ５を実施するが、本実施形態では、紫色ＬＥＤ２１２の他、青色ＬＥＤ２１４及び緑色ＬＥＤ２１５においても同様に、図４に示すステップＳ１からステップＳ５をそれぞれ実施する。

これにより、校正部４３は、図９に示すように、破線部分の校正前のデータにおいて、駆動電圧Ｖ１における波長を４０５ｎｍと校正する他、青色ＬＥＤ２１４における最大電流値となる駆動電圧Ｖ２における波長を２（青色ＬＥＤ２１４のピーク波長）と校正し、緑色ＬＥＤ２１５における最大電流値となる駆動電圧Ｖ３における波長を３（緑色ＬＥＤ２１５のピーク波長）と実線部分の校正後のデータに校正する。

【００３４】

上述した第２実施形態によれば、前記第１実施形態と同様の効果を奏する他、以下の効果を奏する。

本実施形態によれば、光源部２１Ａに４つの光源２１１，２１２，２１４，２１５を設けたので、エタロン５の波長変動による校正を行う際、可視光の波長域にピーク波長を有する３つの光源２１２，２１４，２１５を用いて、より精度の高い校正を実施できる。

また、波長が高くなるにつれて、紫色ＬＥＤ２１２、青色ＬＥＤ２１４、及び緑色ＬＥＤ２１５のピーク波長の強度が小さくなるように設定されるので、光混合器２２により各波長において光量が著しく低下することを防止できる。従って、より精度の高い分光特性の測定をすることができる。

【００３５】

[実施形態の変形]

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

前記各実施形態では、本発明に係る第２光源として、紫色ＬＥＤ２１２を用いたが、波長３８５ｎｍ以上４５０ｎｍ以下の範囲内にピーク波長を有する光源であればよく、例えば、ピーク波長が３８５ｎｍの紫外線ＬＥＤを用いてもよい。この場合には、図１０に示すようなスペクトル分布となるため、前記実施形態と同様に、タングステンランプ２１１の光量が小さい波長４００ｎｍ近傍の光量を効果的に補うことができる。

【００３６】

前記実施形態では、静電アクチュエーター 5 6 により、ミラー間ギャップ G を調整可能なエタロン 5 の構成を例示したが、例えば、電磁コイルと永久磁石とを有する電磁アクチュエーターや、電圧印加により伸縮可能な圧電素子を設ける構成としてもよい。

前記実施形態において、各基板 5 1 , 5 2 は、接合層 5 3 により接合されとしたが、これに限られない。例えば、接合層 5 3 が形成されず、各基板 5 1 , 5 2 の接合面を活性化し、活性化された接合面を重ね合わせて加圧することにより接合する、いわゆる常温活性化接合により接合させる構成などとしてもよく、いかなる接合方法を用いてもよい。

前記実施形態では、可動基板 5 2 の厚み寸法を例えば 200 μm としたが、固定基板 5 1 と同じ 500 μm としてもよい。この場合には、可動部 5 2 1 の厚み寸法も 500 μm となって厚くなるため、可動ミラー 5 5 の撓みを抑制でき、各ミラー 5 4 , 5 5 をより平行に維持できる。

10

【 0 0 3 7 】

前記実施形態では、検査対象光を分光した各波長の光の光量をそれぞれ測定する分光測定装置 1 を例示したが、このような分光測定装置 1 を検査対象光の色度、すなわち検査対象 A の色を分析して測定する測色装置や、分光カメラや、分光分析器に用いてもよい。

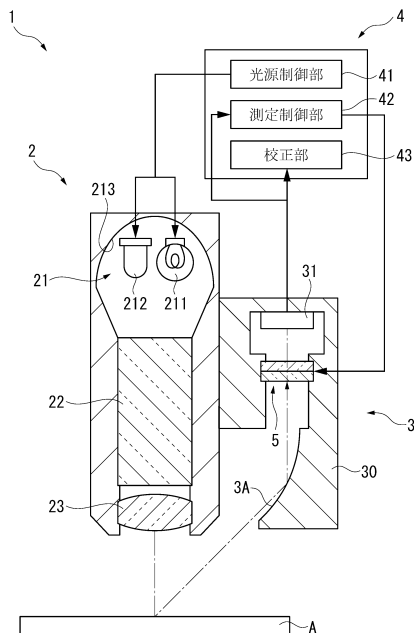
【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

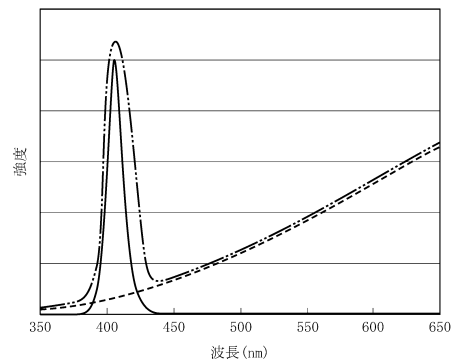
1 ... 分光測定装置、5 ... エタロン（波長可変干渉フィルター）、22 ... 光混合器、31 ... 受光部、42 ... 測定制御部、211 ... タングステンランプ（第 1 光源）、212 ... 紫色 LED（第 2 光源）。

20

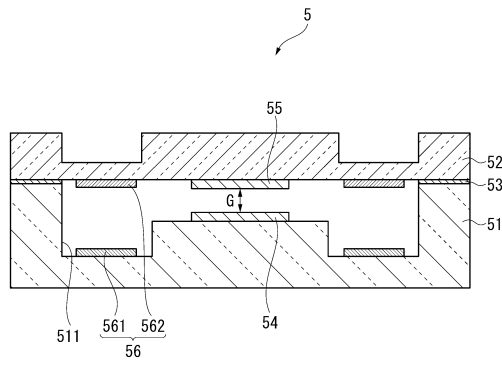
【 図 1 】



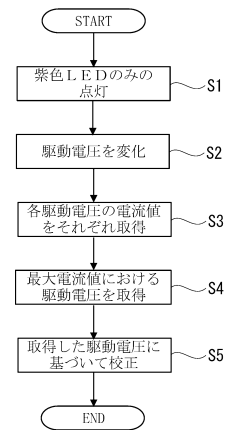
【 図 2 】



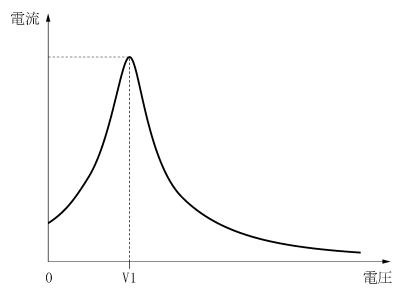
【図 3】



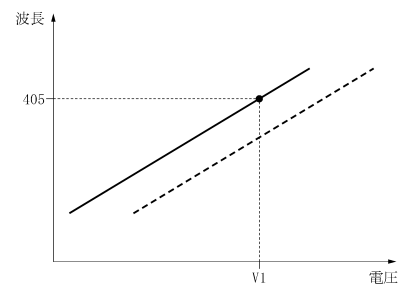
【図 4】



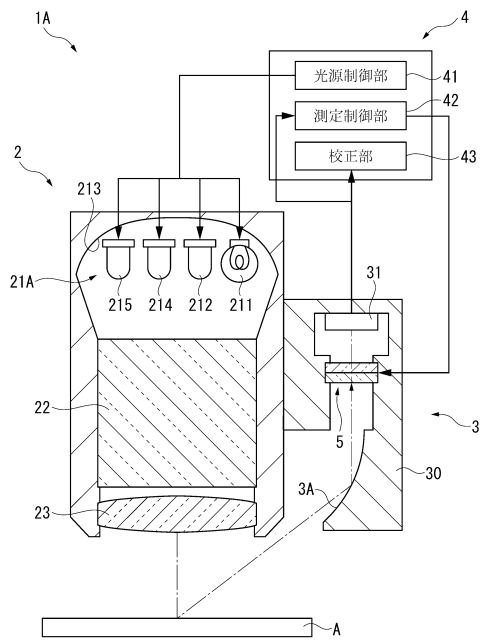
【図 5】



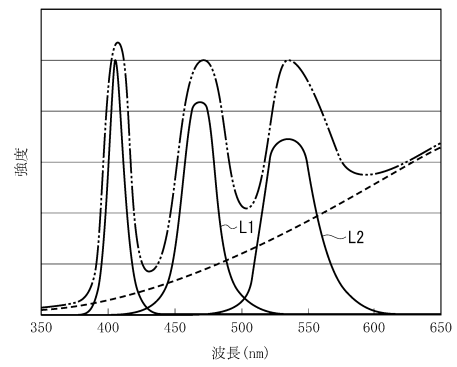
【図 6】



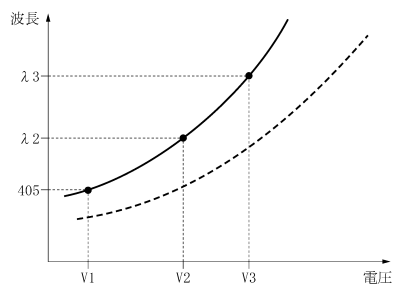
【図 7】



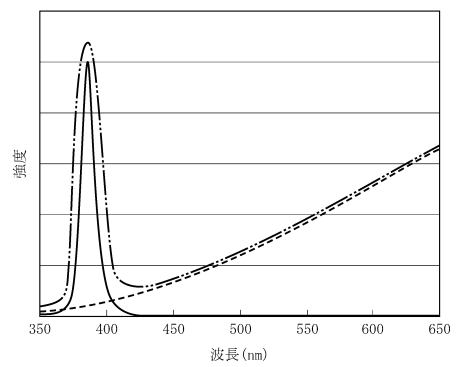
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-139632(JP,A)
特開2010-237097(JP,A)
特開平01-260330(JP,A)
特開2005-106753(JP,A)
特開2007-192747(JP,A)
特開2008-298776(JP,A)
特開2008-185565(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J 3/00 - 3/52
G01J 4/00 - 4/04
G01J 7/00 - 9/04
G01N 21/00 - 21/61
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)