

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5609542号
(P5609542)

(45) 発行日 平成26年10月22日 (2014. 10. 22)

(24) 登録日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)

(51) Int. Cl.		F I	
GO 1 N	21/27	(2006. 01)	GO 1 N 21/27 A
GO 1 J	3/26	(2006. 01)	GO 1 J 3/26
GO 1 J	3/36	(2006. 01)	GO 1 J 3/36

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-241839 (P2010-241839)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成22年10月28日 (2010. 10. 28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-93275 (P2012-93275A)		東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
(43) 公開日	平成24年5月17日 (2012. 5. 17)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成25年10月18日 (2013. 10. 18)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	漆谷 多二男
			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	高橋 亨

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ギャップを介して対向する反射膜と、入力値に基づいて前記ギャップ寸法を変動させるギャップ可変部とを有す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により面分光された光の面内にアレイ状に配置される複数の検出素子を有し、前記波長可変干渉フィルターを透過した光を検出する検出部と、

前記ギャップ可変部に前記入力値を出力して、前記ギャップ寸法を制御する駆動制御部と、

前記入力値に対する前記複数の検出素子で受光される光の波長が記録された相関データを記憶した記憶部と、

前記相関データに基づいて、前記入力値に対して、測定対象波長の光を受光可能な前記検出素子を特定する素子特定部と、

前記素子特定部により特定された前記検出素子で検出された前記測定対象波長の光の光量を取得する光量取得部と、

を備えたことを特徴とする光測定装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光測定装置において、

前記検出部は、前記反射膜が対向する方向から見た平面視において、前記反射膜の面内に前記複数の検出素子が配置されている

ことを特徴とする光測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の光測定装置において、
前記相関データは、前記入力値に対して同一波長域の光を受光する少なくとも 1 つ以上の前記検出素子である同波長検出素子群毎に、それぞれ設定されている
ことを特徴とする光測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の光測定装置において、
前記相関データは、前記検出素子毎に、それぞれ設定されている
ことを特徴とする光測定装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の光測定装置において、
前記駆動制御部は、前記相関データに基づいて、測定対象波長の光に対する入力値を取得するとともに、取得した入力値を前記ギャップ可変部に出力する
ことを特徴とする光測定装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の光測定装置において、
前記光量取得部により取得された各前記検出素子での測定対象波長の光の光量に基づいて、測定対象波長の光の強度分布を測定する強度分布測定部を備えている
ことを特徴とする光測定装置。

【請求項 7】

ギャップを介して対向する反射膜と、入力値に基づいて前記ギャップ寸法を変動させるギャップ可変部とを有す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により面分光された光の面内にアレイ状に配置される複数の検出素子を有し、前記面分光された光を検出する検出部と、を備え、
前記検出部が、前記入力値に対する前記複数の検出素子で受光される光の波長を記録した相関データに基づいて、前記入力値に対して測定対象波長の光を受光可能な前記検出素子で検出された光量を取得する
ことを特徴とする光測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

入射光から所定の波長の光を取り出す波長可変干渉フィルターを備えた光測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、一対の反射膜を互いに対向させ、入射光のうち一対の反射膜により多重干渉されて強め合った所定波長の光を透過または反射させる干渉フィルターが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

この特許文献 1 に記載の光学フィルター装置は、一対の基板を互いに対向させ、このうち一方の基板には、可動部（第 1 部分）と、可動部を他方の基板に対して進退移動可能に保持するダイヤフラム（第 2 部分）とが設けられている。そして、この可動部に一対の反射膜（ミラー）のうちの一方の反射膜を形成されている。そして、他方の基板に、可動部に形成した反射膜に対向する他方の反射膜が形成されている。このような光学フィルター装置では、可動部を進退させることで、一対の反射膜の間のギャップ寸法を変動させることができ、ギャップ寸法に応じた光を取り出すことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 251105 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記特許文献1では、反射膜間のギャップを可変させる際に、静電引力により、ダイヤフラムにより保持された可動部を他方の基板に向かって撓ませている。この場合、ダイヤフラムの撓みにより可動部が他方の基板に移動されるが、この時可動部にも僅かな撓みが生じ、可動部に設けられたミラーにも撓みが生じてしまう。このため、一对の反射膜間のギャップ寸法を均一にすることができず、反射膜の位置によって、異なる波長の光が透過されてしまい、分解能が低下してしまう。この場合、干渉フィルターに対向して複数の撮像素子により構成された撮像センサーを設けた場合、各撮像素子に入射する光の波長にずれが生じ、検出対象となる波長の光の光量を正確に把握できないという問題がある。

10

【0005】

本発明は、上記のような問題に鑑みて、測定対象波長の光の光量を正確に測定可能な光測定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の光測定装置は、入射光のうち、多重干渉により強め合った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検出する検出部と、前記波長可変干渉フィルターを制御して、測定対象となる測定波長の光の強度を測定する制御部と、を具備した光測定装置であって、前記波長可変干渉フィルターは、第一基板と、前記第一基板に対向するとともに、可動部、および前記可動部を前記第一基板に向かって進退移動可能に保持する保持部を備えた第二基板と、前記第一基板に設けられた第一反射膜と、前記可動部に設けられ、前記第一反射膜とギャップを介して対向する第二反射膜と、前記制御部から入力された入力値に基づいて、前記ギャップの寸法を可変するギャップ可変部と、を備え、前記検出部は、少なくとも前記第一反射膜および前記第二反射膜に対向する範囲に、2次元アレイ状に配置される複数の検出素子を備え、前記制御部は、前記ギャップ可変部に入力値を出力して、前記ギャップの寸法を可変させる駆動制御部と、前記ギャップ可変部に入力される入力値に対する前記検出素子で受光される光の波長が記録された相関データを記憶した記憶部と、前記相関データに基づいて、前記ギャップ可変部に入力された入力値に対して、測定対象波長の光を受光可能な検出素子を特定する素子特定部と、前記素子特定部により特定された前記検出素子で検出された前記測定対象波長の光の光量を取得する光量取得部と、を備えたことを特徴とする。

20

30

ここで、入力値とは、ギャップ可変部の構成により異なるものであり、例えば、ギャップ可変部として、第一基板に第一電極を設け、第二基板に第一電極に対向する第二電極を設け、静電引力により可動部を移動させる構成が採られる場合であれば、第一電極および第二電極に印加する電圧値が入力値となる。また、例えば第一反射膜および第二反射膜の間のギャップが密閉空間であり、ギャップ可変部が、この密閉空間に空気圧を与えることでギャップを可変させる構成では、密閉空間であるギャップに加える空気圧、または空気圧を発生するポンプの制御値が入力値となる。

【0007】

40

この発明では、光測定装置は、駆動制御部により波長可変干渉フィルターのギャップ可変部に入力値を入力することで、第一反射膜および第二反射膜の間のギャップを可変させ、このギャップ内で多重干渉されて透過された光を複数の検出素子が配列された検出部で受光する。この時、光測定装置の素子特定部は、記憶部に記憶された相関データに基づいて、ギャップ可変部に入力された入力値に対し、測定対象波長の光を受光可能な検出素子を特定する。そして、光量取得部は、この検出素子で検出された光の光量を取得する。

これにより、ギャップ可変部により可動部を移動させた際に、可動部上の第二反射膜に撓みが生じた場合であっても、第一反射膜および第二反射膜の間のギャップのうち、測定対象波長の光を透過させる部分に対向した検出素子を特定することができる。したがって、この特定した検出素子で検出される光の光量を取得することで、測定対象波長の光の光

50

量を正確に測定することができる。

【 0 0 0 8 】

本発明の光測定装置では、前記関連データは、前記ギャップ可変部に入力された入力値に対して同一波長域の光を受光する少なくとも1つ以上の検出素子である同波長検出素子群毎に、それぞれ設定されたことが好ましい。

【 0 0 0 9 】

波長可変干渉フィルターにおいて、可動部を保持する保持部に作用する応力バランスが均一である場合、例えば可動部の中心に対して保持部が点対称に配置される場合、可動部の同心円上に位置する部分は撓み量が同一となり、第一反射膜および第二反射膜の間のギャップ間隔が同一寸法となる。したがって、この場合、これらの同心円に対応するギャップ領域に対向して配置される検出素子では、同一波長域の光が受光される。

10

このため、検出部を構成する複数の検出素子を、同一波長域を受光する検出素子群に分けた場合、これらの検出素子群毎にそれぞれ関連データがあれば、ギャップ可変部に所定の入力値を入力した際の各検出素子における受光光の波長を取得することができる。このような関連データでは、例えば、個々の検出素子毎に関連データを設定する場合に比べて、データ量を少なくすることができ、光量の測定処理を迅速に行うことができる。

【 0 0 1 0 】

本発明の光測定装置では、前記関連データは、前記検出素子毎に、それぞれ設定された構成としてもよい。

【 0 0 1 1 】

20

この発明では、関連データは、各検出素子のそれぞれに対応して設定されている。

ここで、上述したように、波長可変干渉フィルターにおいて、可動部を保持する保持部に作用する応力バランスが均一である場合、可動部の中心に対して同心円上に位置する部分は、第一反射膜および第二反射膜の間のギャップ間隔が同一寸法となる。しかしながら、例えば保持部に、膜や電極線等が形成される場合や、エッチングに不均一な部分がある場合、可動部の中心に対して同心円上に位置する部分でも、前記ギャップ間隔に差が生じる場合がある。これに対して、本発明では、各検出素子に対してそれぞれ関連データが設定されているため、素子特定部は、測定対象波長の光を受光可能な検出素子をより正確に特定することができ、光量取得部は、より正確に測定対象波長の光の光量を取得することができる。

30

【 0 0 1 2 】

本発明の光測定装置では、前記駆動制御部は、前記関連データに基づいて、測定対象波長の光に対する入力値を取得するとともに、取得した入力値を前記ギャップ可変部に順次切り替えて入力することが好ましい。

【 0 0 1 3 】

光量の測定にあたり、駆動制御部は、ギャップ可変部に入力される入力値を、例えばギャップの変動可能範囲の全域で順次切り替える処理をしてもよいが、例えば、特定の測定対象波長、または特定の測定波長域の光量を検出したい場合、無駄な測定値を多く採ることとなり、測定効率が下がってしまう。

これに対して、この発明では、駆動制御部は、関連データに基づいて、測定対象波長の光を透過させるために必要な入力値を取得し、取得した入力値をギャップ可変部に順次切り替えて入力する。例えば、関連データとして、検出素子 a により、測定対象波長 1 の光を受光するために必要な入力値が S 1、検出素子 b により、測定対象波長 1 の光を受光するために必要な入力値が S 2、検出素子 c により、測定対象波長 1 の光を受光するために必要な入力値が S 3 である場合、駆動制御部は、入力値が S 1、S 2、S 3 を順次切り替えてギャップ可変部に入力する。

40

このような構成では、例えば測定対象波長や測定対象波長域が予め決定されている場合において、最低限の駆動により、当該測定対象波長の光の光量を得ることができ、迅速な光量の測定処理を実施することができる。

【 0 0 1 4 】

50

本発明の光測定装置では、前記光量取得部により取得された各検出素子での測定対象波長の光の光量に基づいて、測定対象波長の光の強度分布を測定する強度分布測定部を備えたことが好ましい。

【 0 0 1 5 】

この発明では、強度分布測定部は、光量取得部により取得された各検出素子での測定対象波長の光強度に基づいて、入射光に含まれる測定対象波長の光の強度分布を測定する。

すなわち、各検出素子は、アレイ上に配列されているため、これらの検出素子の位置を画素位置とした画像を生成することができる。したがって、各検出素子における測定対象波長の光の強度を、例えば色や濃淡、等高線などを用いることで、容易に、かつ正確な光強度分布を得ることができる。

10

また、検出部に入射した像の各波長の強度分布を作成することで、当該像の各画素の正確な色分析を実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明に係る第一実施形態のイメージ分光測定装置の概略構成を示す図である。

【図 2】第一実施形態の波長可変干渉フィルター、および検出部の概略構成を示す断面図である。

【図 3】図 2 において、第一電極および第二電極の間に電極が印可され、可動部が第一基板側に撓んだ状態を示す断面図である。

【図 4】第一実施形態の相関データの一例を示す図である。

20

【図 5】第一実施形態における所定電圧値に対して測定対象光を受光可能な同波長検出素子群を示す図である。

【図 6】光強度分布図の一例を示す図である。

【図 7】第一実施形態の分光測定装置 1 のフローチャートである。

【図 8】第二実施形態における相関データの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

[第一実施形態]

以下、本発明に係る第一実施形態について、図面に基づいて説明する。

〔 1 . イメージ分光測定装置の全体構成 〕

30

図 1 は、本発明に係る実施形態のイメージ分光測定装置 1（以下、分光測定装置 1 と称す）の概略構成を示す図である。

この分光測定装置 1 は、本発明の光測定装置であり、図 1 に示すように、光センサー 3 と、本発明の制御部を構成する制御装置 4 と、を備えている。そして、この分光測定装置 1 は、測定対象 2 の像を撮像し、その光量分布特性を測定する装置である。

【 0 0 1 8 】

〔 2 . 光センサーの構成 〕

光センサー 3 は、図 1 に示すように、入射光学系 3 1 と、本発明の波長可変干渉フィルター 5 と、波長可変干渉フィルター 5 を透過する光を受光する検出部 3 2 と、波長可変干渉フィルター 5 で透過させる光の波長を可変する電圧制御回路 3 3 と、を備えている。

40

【 0 0 1 9 】

（ 2 - 1 . 入射光学系の構成 ）

入射光学系 3 1 は、測定対象 2 からの入射光を波長可変干渉フィルター 5 に導く光学系であり、複数のレンズ等により構成されている。ここで、波長可変干渉フィルター 5 により測定対象波長の光を分光させて透過させるには、波長可変干渉フィルター 5 に対して光を垂直に入射する必要があるため、本実施形態の入射光学系 3 1 では、テレセントリック光学系が用いられており、測定対象 2 の像による主光線が波長可変干渉フィルター 5 の後述する第二基板に対して直交して入射する。

【 0 0 2 0 】

（ 2 - 2 . 検出部の構成 ）

50

図 2 は、本実施形態の波長可変干渉フィルター 5 および検出部 3 2 の概略構成を示す断面図である。

図 2 に示すように、検出部 3 2 は、アレイ状に配列される複数の検出素子 3 2 1 を備えている。ここで、これらの検出素子 3 2 1 は、少なくとも波長可変干渉フィルター 5 の第一反射膜 5 6 および第二反射膜 5 7 に対向する領域内を敷き詰めるように、配列されていればよい。これらの検出素子 3 2 1 は、例えば C C D (Charge Coupled Device) 素子などの、光電交換素子により構成されており、受光した光の光量に応じた電気信号を生成して制御装置 4 に出力する。

【 0 0 2 1 】

(2 - 3 . 波長可変干渉フィルターの構成)

波長可変干渉フィルター 5 は、図 2 に示すように、第一基板 5 1、および第二基板 5 2 を備えている。これらの 2 枚の基板 5 1, 5 2 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、鉛ガラス、カリウムガラス、ホウケイ酸ガラス、無アルカリガラスなどの各種ガラスや、水晶など、可視光域の光を透過可能な素材により形成されている。そして、これらの 2 つの基板 5 1, 5 2 は、外周縁に沿って形成される接合面 5 1 3, 5 2 3 同士が、例えばシロキサンを主成分とするプラズマ重合膜 5 3 により接合されることで、一体的に構成されている。

【 0 0 2 2 】

また、第一基板 5 1 と、第二基板 5 2 との間には、第一反射膜 5 6 および第二反射膜 5 7 が設けられる。ここで、第一反射膜 5 6 は、第一基板 5 1 の第二基板 5 2 に対向する面に固定され、第二反射膜 5 7 は、第二基板 5 2 の第一基板 5 1 に対向する面に固定されている。また、これらの第一反射膜 5 6 および第二反射膜 5 7 は、ギャップ G を介して対向配置されている。

さらに、第一基板 5 1 と第二基板 5 2 との間には、第一反射膜 5 6 および第二反射膜 5 7 の間の反射膜間ギャップの寸法を調整するための、本発明のギャップ可変部である静電アクチュエーター 5 4 が設けられている。この静電アクチュエーター 5 4 は、第一基板 5 1 に設けられる第一電極 5 4 1 と、第二基板 5 2 に設けられる第二電極 5 4 2 とにより構成されている。

【 0 0 2 3 】

(2 - 3 - 1 . 第一基板の構成)

第一基板 5 1 は、第二基板 5 2 に対向する対向面に、電極溝 5 1 1 およびミラー固定部 5 1 2 が、エッチングにより形成されている。

電極溝 5 1 1 は、図示は省略するが、基板厚み方向から第一基板 5 1 を見たフィルター平面視において、平面中心点を中心とするリング形状に形成されている。

ミラー固定部 5 1 2 は、電極溝 5 1 1 と同軸上で、第二基板 5 2 に向かって突出する円筒状に形成されている。

【 0 0 2 4 】

電極溝 5 1 1 の溝底面には、静電アクチュエーター 5 4 を構成するリング状の第一電極 5 4 1 が形成されている。また、この第一電極 5 4 1 は、配線溝に沿って延出される第一電極線 (図示略) が、第一基板 5 1 の外周部に向かって形成されている。そして、この第一電極線の先端が電圧制御回路 3 3 に接続されている。

【 0 0 2 5 】

また、ミラー固定部 5 1 2 の第二基板 5 2 に対向する面には、第一反射膜 5 6 が固定されている。この第一反射膜 5 6 は、例えば SiO_2 、 TiO_2 を積層することで構成された誘電体多層膜であってもよく、Ag 合金などの金属膜により構成されるものであってもよい。また、誘電体多層膜と金属膜との双方が積層された構成であってもよい。

【 0 0 2 6 】

そして、第一基板 5 1 の電極溝 5 1 1 の外方には、第一接合面 5 1 3 が形成されている。この第一接合面 5 1 3 には、上述したように、第一基板 5 1 および第二基板 5 2 を接合するプラズマ重合膜 5 3 が形成されている。

【 0 0 2 7 】

(2 - 3 - 2 . 第二基板の構成)

第二基板 5 2 は、第一基板 5 1 に対向しない面がエッチングにより加工されることで、形成される。この第二基板 5 2 は、基板中心点を中心とした円形筒状の可動部 5 2 1 と、可動部 5 2 1 と同軸であり可動部 5 2 1 を保持する保持部 5 2 2 と、を備えている。ここで、この保持部 5 2 2 の外周径寸法は、第一基板 5 1 の電極溝 5 1 1 の外周径寸法と同一寸法に形成されている。

【 0 0 2 8 】

可動部 5 2 1 は、撓みを防止するために、保持部 5 2 2 よりも厚み寸法が大きく形成されている。

10

保持部 5 2 2 は、可動部 5 2 1 の周囲を囲うダイヤフラムであり、例えば厚み寸法が $50\ \mu\text{m}$ に形成されている。なお、本実施形態では、ダイヤフラム状の保持部 5 2 2 を例示するが、例えば、可動部の中心に対して点対称となる位置に設けられる複数対の梁構造を有する保持部が設けられる構成などとしてもよい。

【 0 0 2 9 】

保持部 5 2 2 の第一基板 5 1 に対向する面には、第一電極 5 4 1 に所定の間隔をあけて対向する、リング状の第二電極 5 4 2 が形成されている。ここで、上述したように、この第二電極 5 4 2 および前述した第一電極 5 4 1 により、静電アクチュエーター 5 4 が構成される。

また、第二電極 5 4 2 の外周縁の一部からは、第二基板 5 2 の外周部に向かって、第二電極線 (図示略) が形成され、この第二電極線の先端が、電圧制御回路 3 3 に接続される。

20

【 0 0 3 0 】

可動部 5 2 1 の第一基板 5 1 に対向する面には、ギャップを介して第一反射膜 5 6 に対向する第二反射膜 5 7 が形成されている。なお、第二反射膜 5 7 の構成は、第一反射膜 5 6 と同一であるため、ここでの説明は省略する。

【 0 0 3 1 】

(2 - 3 - 3 . 電圧印可時の波長可変干渉フィルターの動作)

図 3 は、図 2 において、第一電極 5 4 1 および第二電極 5 4 2 の間に電極が印可され、可動部 5 2 1 が第一基板 5 1 側に撓んだ状態を示す断面図である。

30

図 2 に示す初期状態において、電圧制御回路 3 3 から、第一電極 5 4 1 および第二電極 5 4 2 間に駆動電圧が印可されると、第二基板 5 2 の可動部 5 2 1 は、図 3 に示すように、静電引力により、第一基板 5 1 側に変位する。

ここで、ギャップ G を構成する第一反射膜 5 6 および第二反射膜 5 7 の空間を、検出部 3 2 の各検出素子 3 2 1 に対向する複数の部分ギャップ領域 G_m ($m = 0, 1, 2 \dots$) に分割すると、電圧印可時における各部分ギャップ領域 G_m におけるギャップ変動量は、図 3 に示すように、異なる値となる。

【 0 0 3 2 】

つまり、静電アクチュエーター 5 4 に駆動電圧を印可すると、静電引力により保持部 5 2 2 が撓むことで、可動部 5 2 1 が第一基板 5 1 側に変位する。ここで、可動部 5 2 1 は、保持部 5 2 2 よりも厚み寸法を大きく形成して、撓みを防止しているが、実際には、僅かな撓みが生じる。これにより、図 3 に示すように、可動部 5 2 1 の中心点から遠ざかるに従って、第一反射膜 5 6 および第二反射膜 5 7 の間の寸法が増大し、各部分ギャップ領域における間隔が異なる値となる。

40

【 0 0 3 3 】

ここで、可動部 5 2 1 および保持部 5 2 2 は、同軸となる平面視円形状となり、保持部 5 2 2 が均一厚み寸法を有するダイヤフラムであり、かつ保持部 5 2 2 に形成される第二電極 5 4 2 も均一厚み寸法を有するリング状に形成されているため、可動部 5 2 1 は、中心軸 O を中心に撓む。したがって、中心軸から同距離だけ離れた部分ギャップ領域 G_m (例えば図 2、図 3 における部分ギャップ領域 G_1 および G_2) のギャップ間隔は同寸法と

50

なる。このため、これらの中心軸Oから同距離だけ離れた部分ギャップ領域G_mから検出部32側に透過される光の波長は同一波長域となる。なお、以降の説明にあたり、これらの中心軸Oからの距離が同距離となる部分ギャップ領域G_mのグループを、同ギャップ領域群と称し、検出部32を構成する複数の検出素子321のうち、同ギャップ領域群に対向する検出素子321のグループを同波長検出素子群と称す。

【0034】

(2-4. 電圧制御回路の構成)

電圧制御回路33は、制御装置4の制御により、静電アクチュエーター54の第一電極541および第二電極542に印加する電圧を制御する。

【0035】

(3. 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は、記憶部41やCPU(Central Processing Unit)42等により構成されるコンピューターであり、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、測定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、CPU42上で実行されるソフトウェアとして、素子特定部421と、駆動制御部422と、光量取得部423と、強度分布測定部424とを備えている。

【0036】

記憶部41は、CPU42上で実施する各種プログラムや、各種データが記憶されている。また、記憶部41は、静電アクチュエーター54に印加する駆動電圧に対する、各検出素子321で検出される透過光の波長を示す関連データを記憶している。

【0037】

ここで、記憶部41に記憶される関連データについて、図4に基づいて説明する。

図4は、本実施形態の関連データの一例を示す図である。

関連データ60は、静電アクチュエーター54に対して印可される駆動電圧の電圧値(本発明の入力値)に対する、同波長検出素子群にて受光される光の波長(同ギャップ領域群を透過する光の波長)が記録されたデータである。この関連データは、図4に示すように、各同波長検出素子群(各同ギャップ領域群)に対してそれぞれ個別に設定されている。ここで、図4では、関連データ60がグラフとして表示されているが、実際には、各同波長検出素子群に対し、電圧値および透過波長が関連付けられたデータが記録されたルックアップテーブルが記憶されている。なお、このようなルックアップテーブルに限られず、例えば、各同波長検出素子群に対し、電圧値と透過波長の関係が数式データとして記憶されるものであってもよい。

【0038】

次に、CPU42上で実行される各ソフトウェアである素子特定部421、駆動制御部422、光量取得部423、および強度分布測定部424について説明する。

素子特定部421は、記憶部41に記憶された関連データ60に基づいて、駆動制御部422により設定された駆動電圧の電圧値(入力値)に対して、測定対象となる波長(測定対象波長)の光(測定対象光)を受光可能な同波長検出素子群を取得する。

【0039】

駆動制御部422は、記憶部41に記憶された関連データ60に基づいて、検出部32の各検出素子321において、測定対象光を受光可能な電圧値を取得する。例えば、図4に示す例では、測定対象波長が1である場合、駆動制御部422は、電圧値V₁、V₂、V₃、V₄を取得する。そして、駆動制御部422は、取得した電圧値V₁、V₂、V₃、V₄を例えば電圧値が低い方から順に切り替えて電圧制御回路33に出力して、波長可変干渉フィルター5のギャップGの間隔を変位させる。

【0040】

光量取得部423は、駆動制御部422から出力された電圧値に対して素子特定部421で取得された同波長検出素子群の各検出素子321で受光された測定対象光の光量を取

10

20

30

40

50

得する。

図5は、所定電圧値に対して測定対象光を受光可能な同波長検出素子群を示す図である。この図5において、(A)は、図4における電圧値V1に対応して測定対象波長1を検出可能な同波長検出素子群の位置、(B)は、図4における電圧値V2に対応して測定対象波長1を検出可能な同波長検出素子群の位置、(C)は、図4における電圧値V3に対応して測定対象波長1を検出可能な同波長検出素子群の位置を示している。また、(D)は、図5(A)~(C)にて示す各同波長検出素子群での光量検出結果を合成した結果を示す図である。なお、電圧値V4に対応して測定対象波長1を検出可能な同波長検出素子群の位置は、図5において省略している。

光量取得部423は、図5に示すように、駆動制御部422により設定され、順次切り替えられた各電圧値に対して、それぞれ測定対象光を受光可能な検出素子321の光量を取得する。

【0041】

図6は、光強度分布図の一例を示す図である。

強度分布測定部424は、光量取得部423により取得された各検出素子321で検出された測定対象光の光量に基づいて、図6に示すような光強度分布図を作成する。

【0042】

〔4.分光測定装置の動作〕

次に、図7に示す本実施形態の分光測定装置1のフローチャートに基づいて、当該分光測定装置1の測定対象光の測定動作について説明する。

【0043】

分光測定装置1では、測定対象光の面内光分布を測定するために、まず、測定対象光の測定対象波長を取得する(ステップS1)。この測定対象波長は、例えば、分光測定装置1の制御装置4に接続されたキーボードなどの入力手段により入力されることで取得されてもよく、予め設定された測定対象波長を順次取得するものであってもよい。

【0044】

この後、制御装置4の駆動制御部422は、記憶部41から測定対象波長1を狙い波長として、各波長検出素子群で測定対象波長を受光可能な電圧値Vnを取得する(ステップS2)。また、この時、取得した電圧値の数(電圧設定最大数N)も同時に取得する。

【0045】

この後、制御装置4は、電圧設定変数nを初期化し、n=1を設定する(ステップS3)。

そして、駆動制御部422は、電圧値Vnを入力値として電圧制御回路33に入力する(ステップS4)。これにより、波長可変干渉フィルター5の静電アクチュエーター54には、電圧値Vnが印可され、電圧に応じた量だけ可動部521が第一基板51側に変位する。

【0046】

波長可変干渉フィルター5が駆動され、透過光が検出部32で受光されると、制御装置4は、電圧値Vnに対して、測定対象光を受光可能な検出素子321を特定する(ステップS5)。

具体的には、素子特定部421は、記憶部41に記憶された関連データ60から、ステップS4により、駆動制御部422から電圧制御回路33に出力された電圧値Vnに対して、測定対象波長1の光を受光可能な同波長検出素子群を検索し、これらの同波長検出素子群に含まれる各検出素子321を特定する。

【0047】

この後、光量取得部423は、ステップS4で特定された各検出素子321で検出された測定対象光の光量を取得する(ステップS6)。また、光量取得部423は、取得した光量を記憶部41に記憶する。

【0048】

次に、制御装置4は、電圧設定変数nに1を加算し(ステップS7)、その電圧設定変

10

20

30

40

50

数 n が電圧設定最大数 N より大きくなったか否かを判断する（ステップ $S8$ ）。

ここで、制御装置 4 は、 $n = N$ である場合、ステップ $S4$ に戻り、すなわちステップ $S4$ からステップ $S8$ の処理を繰り返し実行する。

【0049】

また、ステップ $S8$ において、電圧設定変数 n が N より大きい場合、強度分布測定部 424 は、記憶部 41 に記憶された各検出素子 321 の測定対象光の光量の検出結果に基づいて、図 6 に示すような光強度分布図 70 を作成する（ステップ $S9$ ）。

このステップ $S9$ では、強度分布測定部 424 は、アレイ状に配列された各検出素子 321 の座標位置に対応した画素を有する光強度分布図 70 を作成する。この時、強度分布測定部 424 は、各画素に対応する検出素子 321 で受光された測定対象光の光量に応じて、当該各画素の色の濃淡を決定する。ここで、強度分布測定部 424 の各画素の色としては、例えば測定対象光に測定対象波長 1 に対応した色を用いた光強度分布図 70 を作成してもよく、例えばグレースケールにより光強度を表現した光強度分布図 70 を作成してもよく、さらに光量に応じて、色を変化させたり、等高線を用いて光量の分布を表現したりしてもよい。また、図 6 に示すように、一直線方向に沿って、光強度の分布を表した光強度分布曲線 71 を作成してもよい。

【0050】

なお、上記では、1つの測定対象波長 1 の光強度分布を測定して、その光強度分布図 70 や光強度分布曲線 71 を作成する例を示したが、複数の波長 n に対する光強度を測定する場合、上記ステップ $S1$ において、測定対象波長 1 の値を切り替え、ステップ $S2 \sim S9$ の処理を繰り返すことで実施することができる。例えば、測定対象像の色度分布を測定する際には、測定対象波長 1 を連続的に切り替えて上記ステップ $S2 \sim S9$ を実施することで、可視光域における各波長の光強度の分布を測定することができ、これらを合成することで、検出部 32 で取得（撮像）された画像における色度分布の測定を実施できる。

【0051】

〔5. 第一実施形態の作用効果〕

上述したように、上記第一実施形態の分光測定装置 1 は、素子特定部 421 は、相関データ 60 に基づき、波長可変干渉フィルタ 5 の静電アクチュエーター 54 に印加された電圧値に対して、測定対象光を受光可能な検出素子 321 を特定し、光量取得部 423 は、特定された検出素子 321 で検出された光の光量を受光する。このため、静電アクチュエーター 54 の駆動により、可動部 521 が撓み、異なる部分ギャップ領域 G_m 間で寸法の違いが生じた場合であっても、測定対象光を受光可能な検出素子 321 を特定することができ、特定した検出素子 321 に基づいて光量を取得するので、光量の検出精度を向上させることができる。

【0052】

また、相関データ 60 は、同波長検出素子群毎に設定されている。

すなわち、本実施形態の波長可変干渉フィルタ 5 では、可動部 521 は円筒状に形成され、リング状のダイヤフラムである保持部 522 により外周が保持されている。このような構成では、ダイヤフラムに係る応力バランスが均一であれば、可動部 521 が静電アクチュエーター 54 により駆動された際、中心軸 O からの距離が同一である部分ギャップ領域 G_m の寸法が同一寸法となり、同一波長域の光が透過される。このような場合、同波長検出素子群に対してそれぞれ相関データ 60 が設定されていれば、例えば各検出素子 321 に対してそれぞれ個別に相関データ 60 が設定する必要がなく、記憶部 41 に記憶する相関データ 60 のデータ量も少なくできる。また、素子特定部 421 により検出素子 321 の特定や、駆動制御部 422 による電圧値の設定などにおいても、処理を迅速に行うことができ、全体として光量分布測定の処理を迅速に行うことができる。

【0053】

さらに、駆動制御部 422 は、相関データ 60 に基づいて、各同波長検出素子群で測定対象波長を受光するために必要な電圧値を取得し、この取得した電圧値を順次切り替えて

10

20

30

40

50

電圧制御回路 33 に出力する。

このような構成では、例えば波長可変干渉フィルタ 5 の静電アクチュエータ 54 に設定可能な最低電圧から設定可能な最大電圧までを連続的に変化させて光量を取得する場合に比べて、測定対象波長に対する光量の取得処理を迅速に行うことができる。

【0054】

そして、強度分布測定部 424 は、取得した各検出素子 321 の測定対象光の光量から、図 6 に示すような光強度分布図を作成する。このような光強度分布図を作成することで、利用者は、測定対象光の面内光強度の分布を容易に把握することができる。また、例えば可視光域の各波長に対して、光強度分布図を作成することで、測定対象像の色度の分布を測定することができ、対象像の色分析を精度よく行うことができる。

10

【0055】

[第二実施形態]

次に本発明の第二実施形態について、図面に基づいて説明する。

図 8 は、第二実施形態における関連データの一例を示す図である。なお、第二実施形態の説明にあたり、上記第一実施形態と同様の構成については、同符号を付し、その説明を省略する。

上記第一実施形態では、各同波長検出素子群に対して、それぞれ関連データ 60 が設定される構成を例示した。これに対して、第二実施形態では、図 8 に示すように、各検出素子 321 に対して、それぞれ個別に関連データ 61 が設定されている。

このような分光測定装置でも、測定対象光の光量分布測定の処理において、上記第一実施形態と同様の処理により、光量分布測定を実施することができる。

20

【0056】

そして、このような関連データ 61 を有する分光測定装置では、第一実施形態の関連データ 60 に比べて、データ量が増加するが、より精度の高い分光測定処理を実施することができる。

【0057】

つまり、波長可変干渉フィルタ 5 において、可動部 521 に設けられる第二反射膜 57 の膜応力や第二電極 542 の膜応力、第二電極線の配置位置や、製造時のアライメントのずれ等により、可動部 521 が変位した際の歪みのバランスが中心軸 O を中心として点対称とならない場合がある。このような場合、中心軸 O からの同距離だけ離れた部分ギャップ領域 Gm のグループ内でも、可動部 521 が変位した際のギャップ変位量が異なる場合がある。また、例えば、電圧 V を印可した際に、部分ギャップ領域 Ga と部分ギャップ領域 Gb とが同一寸法であった場合でも、異なる電圧 V を印可した際に、これらの部分ギャップ領域 Ga と部分ギャップ領域 Gb とが異なる寸法となる場合もある。

30

このような場合に対して、第二実施形態では、各検出素子 321 に対してそれぞれ関連データ 61 が設定されているため、静電アクチュエータ 54 に所定の電圧値 Vn が印可された際に、測定対象光を受光可能な検出素子 321 を正確に特定することができる。したがって、このように特定された検出素子 321 で検出された光量に基づいて、強度分布測定部 424 は、より正確な光強度分布図 70 を作成することができ、測定精度を向上させることができる。

40

【0058】

[他の実施形態]

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。

【0059】

例えば、第一実施形態において、駆動制御部 422 は、関連データ 60 に基づいて、検出部 32 で測定対象波長を受光するために必要な電圧値を取得し、取得した電圧値を順に切り替えて電圧制御回路に入力する例を示した。これに対して、例えばある可視光域などの特定の波長域における各波長に対して、その光強度分布を測定する場合、駆動制御部 422 は、静電アクチュエータ 54 に印加する電圧値を、例えば設定可能最低電圧から設

50

定可能最高電圧まで、連続的に切り替える処理をしてもよい。この場合、各電圧値に設定された際の各検出素子 3 2 1 で検出された光量を記憶部 4 1 に記憶しておく。そして、光量取得部 4 2 3 は、記憶部 4 1 に記憶された光量検出結果から、素子特定部 4 2 1 により特定された検出素子 3 2 1 の光量を取得して、測定対象光に対する光量を取得すればよい。

【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態では、ギャップ可変部として、第一電極 5 4 1 および第二電極 5 4 2 の間に電圧が印可されることで、保持部 5 2 2 を撓ませて可動部 5 2 1 を変位させる静電アクチュエーター 5 4 を例示したがこれに限らない。

例えば、第一電極 5 4 1 の代わりに、第一誘電コイルを配置し、第二電極の代わりに第二誘電コイルまたは永久磁石を配置した誘電アクチュエーターを用いる構成としてもよい。例えば第一誘電コイルおよび永久磁石が設けられる構成では、第一誘電コイルに流す電流により磁力を発生させ、永久磁石との間で発生する引力または斥力により可動部 5 2 1 を変位させる。このような構成では、関連データ 6 0 , 6 1 として、第一誘電コイルに流す電流値を入力値とし、電流値に対する各検出素子 3 2 1 または各同波長検出素子群で受光可能な透過波長を記録したデータを用いればよい。

【 0 0 6 1 】

さらに、静電アクチュエーター 5 4 の代わりに圧電アクチュエーターを用いる構成としてもよい。この場合、例えば保持部 5 2 2 に下部電極層、圧電膜、および上部電極層を積層配置させ、下部電極層および上部電極層の間に印加する電圧を可変させることで、圧電膜を伸縮させて保持部 5 2 2 を撓ませる。このような構成では、関連データ 6 0 , 6 1 として、下部電極層および上部電極層の間に印加する電圧値を入力値とし、電圧値に対する各検出素子 3 2 1 または各同波長検出素子群で受光可能な透過波長を記録したデータを用いればよい。

【 0 0 6 2 】

さらには、静電アクチュエーター 5 4 の代わりに空気圧を利用したアクチュエーターを用いる構成としてもよい。この場合、第一基板 5 1 および第二基板 5 2 の間を密閉空間とし、密閉空間に空気を導入する空気導入孔を設ける。そして、この空気導入孔に内部の空気圧を可変させるポンプを設け、空気圧を可変させることで、内圧の変化により可動部 5 2 1 を変位させる。このような構成では、関連データ 6 0 , 6 1 として、密閉空間に導入または導出する空気を入力値としたデータを用いてもよく、電動ポンプを接続する場合は、電動ポンプを駆動させる電力を入力値としたデータを用いてもよい。

【 0 0 6 3 】

そして、上記実施形態では、ダイヤフラム状の保持部 5 2 2 を例示したが、例えば、上述したように、梁構造の保持部を複数設け、これらの梁構造の保持部により可動部 5 2 1 を保持する構成としてもよい。この場合、梁構造の保持部の撓みバランスを均一にするため、中心軸 O に対して点対称となる保持部を設けることが好ましい。

【 0 0 6 4 】

また、上記実施形態では、測定対象 2 の像を検出部 3 2 で撮像するため、入射光学系 3 1 として、テレセントリック光学系を構築する各種レンズが用いられる例を示したが、例えば、測定対象 2 からの光を平行光にして波長可変干渉フィルター 5 に入射させる入射光学系が組み込まれる構成などとしてもよい。

【 0 0 6 5 】

その他、本発明の実施の際の具体的な構造および手順は、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造などに適宜変更できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 6 】

1 ... 本発明の光測定装置であるイメージ分光測定装置（分光測定装置）、4 ... 本発明の制御部である制御装置、5 ... 波長可変干渉フィルター、3 2 ... 検出部、4 1 ... 記憶部、5 1 ... 第一基板、5 2 ... 第二基板、5 4 ... 本発明のギャップ可変部である静電アクチュエー

10

20

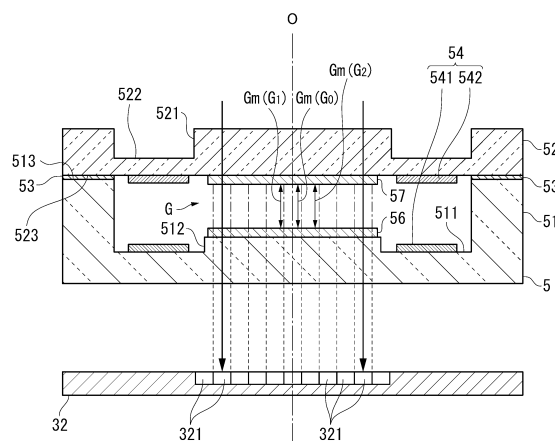
30

40

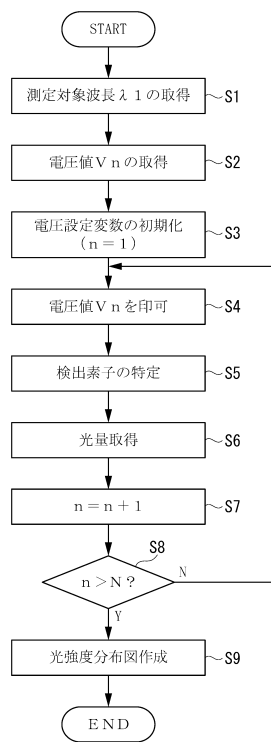
50

ター、 5 6 ...第一反射膜、 5 7 ...第二反射膜、 6 0 , 6 1 ...相関データ、 3 2 1 ...検出素子、 4 2 1 ...素子特定部、 4 2 2 ...駆動制御部、 4 2 3 ...光量取得部、 4 2 4 ...強度分布測定部。

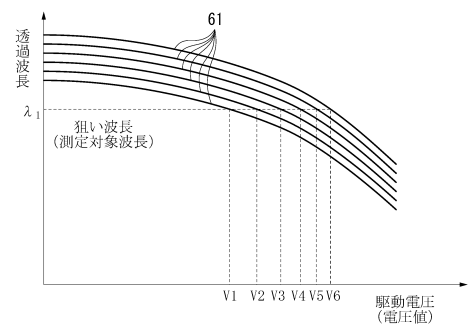
【圖 2】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表平10-511772(JP,A)
特開2008-102269(JP,A)
特開平11-289116(JP,A)
特開平04-213403(JP,A)
特開2007-171179(JP,A)
特開平05-340814(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00 - 21/958
G01J 3/00 - 3/52