

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5919728号
(P5919728)

(45) 発行日 平成28年5月18日(2016.5.18)

(24) 登録日 平成28年4月22日(2016.4.22)

(51) Int.Cl.		F I
GO 1 J	3/26	(2006.01)
GO 2 B	5/28	(2006.01)
GO 2 B	26/00	(2006.01)

GO 1 J 3/26

GO 2 B 5/28

GO 2 B 26/00

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-235357 (P2011-235357)
 (22) 出願日 平成23年10月26日(2011.10.26)
 (65) 公開番号 特開2013-92474 (P2013-92474A)
 (43) 公開日 平成25年5月16日(2013.5.16)
 審査請求日 平成26年10月14日(2014.10.14)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 西村 晃幸
 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
 (72) 発明者 廣久保 望
 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 塚本 丈二

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】

第一基板と、
 前記第一基板に対向する第二基板と、
 前記第一基板に設けられた第一反射膜と、
 前記第二基板に設けられて前記第一反射膜に所定のギャップを介して対向する第二反射膜と、
電圧印加により前記第二基板を前記第一基板側に撓ませることで前記ギャップのギャップ量を変更するギャップ量変更部と、
 前記第一反射膜及び前記第二反射膜を透過して取り出された光の光強度を検出する検出部と、
 前記ギャップ量変更部に対して連続的に変化するアナログ電圧を印加するフィルター駆動部と、
 前記ギャップ量変更部に印加された電圧を監視する電圧監視部と、
 前記電圧監視部により監視される電圧が、所定の測定対象電圧になった際に、前記検出部により検出された光強度を取得する光強度取得部と、
 を備えた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、
 前記フィルター駆動部は、前記アナログ電圧として、前記第二基板を周期的に進退駆動

10

20

させる周期駆動電圧を前記ギャップ量変更部に印加する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、

前記光強度取得部は、前記周期駆動電圧の 1 周期を 1 / 4 周期ずつの部分周期に分割した際に、第 1 の部分周期において、複数の前記測定対象電圧における第 1 の測定対象電圧に対する光強度を取得し、前記第 1 の部分周期とは異なる第 2 の部分周期において、複数の前記測定対象電圧における前記第 1 の測定対象電圧とは異なる第 2 の測定対象電圧に対する光強度を取得する

ことを特徴とする分光測定装置。

10

【請求項 4】

請求項 2 又は請求項 3 に記載の分光測定装置において、

前記周期駆動電圧の周期は、前記第二基板が持つ固有周期より大きい

ことを特徴とする分光測定装置。

【請求項 5】

請求項 2 から請求項 4 のいずれかに記載の分光測定装置において、

前記光強度取得部は、測定対象電圧に対する光強度を複数回取得し、取得した複数回の光強度の平均値を測定値とする

ことを特徴とする分光測定装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の分光測定装置において、

前記フィルター駆動部は、前記ギャップのギャップ量を、前記第二基板の撓みがない初期ギャップ量から所定の最小ギャップ量まで変化させ、

前記最小ギャップ量は、測定対象波長域における最小波長に対応した下限ギャップ量よりも小さい

ことを特徴とする分光測定装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の分光測定装置において、

前記ギャップ量変更部への印加電圧に対する、前記第一反射膜及び前記第二反射膜により取り出される光の波長を示す V - データを記憶する記憶部を備え、

前記光強度取得部は、前記 V - データに基づいて、測定対象波長に対する前記測定対象電圧を取得し、前記電圧監視部により監視される電圧が、前記測定対象電圧になった際に、前記検出部により検出された光強度を取得する

ことを特徴とする分光測定装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の分光測定装置において、

前記ギャップのギャップ量を測定するギャップ量検出部と、

前記ギャップ量検出部により検出されるギャップ量が測定対象波長に対応した測定対象ギャップ量になった際の電圧を、前記測定対象電圧として取得する電圧取得部と、を備える

ことを特徴とする分光測定装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分光測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、互いに対向する一対の反射膜を有し、この反射膜間の距離を変化させることで、測定対象の光から所定波長の光を取り出す波長可変干渉フィルターが知られている。また、このような波長可変干渉フィルターを用いて、測定対象の光の分光スペクトルを測定す

50

る分光測定装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 に記載の光共振器（波長可変干渉フィルター）は、表面に凹部が形成された第一基板と、第二基板とを備え、第二基板が第一基板の凹部内部を閉塞するように接合されている。また、第一基板の凹部の底部、及び第二基板の凹部に対向する面には、互に対向する高反射膜、及び、これらの反射膜の間のギャップ（反射膜間ギャップ）を調整する電極が設けられている。そして、第二基板は、凹部に対向する領域に、厚肉部と薄肉部とが設けられており、薄肉部が撓むことで、厚肉部が凹部側に進退可能となる。

このような波長可変干渉フィルターでは、電極間に電圧を印加することで、ダイアフラムの薄肉部を変形させ、厚肉部をガラス基板に対して進退させることで、反射膜間ギャップを調整することが可能となる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開平 7 - 2 4 3 9 6 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところで、上記のような波長可変干渉フィルターにより目的波長の光を取り出す場合、目的波長に応じた電圧を電極間に印加する。この時、第二基板の厚肉部には、電圧印加に伴う静電引力と、第二基板の薄肉部の弾性力とが作用するため、当該厚肉部が振動する。

20

したがって、従来、このような波長可変干渉フィルターを用いた分光測定装置では、目的波長の光を精度よく測定するために、厚肉部の振動が静止するまで待機し、厚肉部の振動が静止した後に光量測定処理を実施していた。このため、測定に要する時間が大きくなるという課題があった。

特に、分光測定装置では、所定の波長域における測定対象の波長を順次変更して、各波長に対する光量を測定する必要がある。このため、全ての測定対象毎に上記のような待機時間を設けると、更に測定に要する時間が増大してしまうという課題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、迅速な分光測定が可能な分光測定装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の分光測定装置は、第一基板と、前記第一基板に対向する第二基板と、前記第一基板に設けられた第一反射膜と、前記第二基板に設けられて前記第一反射膜に所定のギャップを介して対向する第二反射膜と、電圧印加により前記第二基板を前記第一基板側に撓ませることで前記ギャップのギャップ量を変更するギャップ量変更部と、前記第一反射膜及び前記第二反射膜を透過して取り出された光の光強度を検出する検出部と、前記ギャップ量変更部に対して連続的に変化するアナログ電圧を印加するフィルター駆動部と、前記ギャップ量変更部に印加された電圧を監視する電圧監視部と、前記電圧監視部により監視される電圧が、所定の測定対象電圧になった際に、前記検出部により検出された光強度を取得する光強度取得部と、を備えたことを特徴とする。

40

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、分光測定装置は、第一反射膜及び第二反射膜のギャップ（以降、反射膜間ギャップと称す場合がある）のギャップ量を変化させるギャップ量変更部を備えており、このギャップ量変更部は、電圧が印加されることで、ギャップのギャップ量を変化させる。

ここで、ギャップ量変更部に対して、反射膜間ギャップのギャップ量を所望の値に設定するために、所定ステップ電圧を印加した場合、第二基板には、ギャップ量変更部から受ける駆動力と、第二基板自身が有する弾性力（バネ力）とが作用するため、第二基板が振動してしまい、反射膜間ギャップの変動が収まるまで待機する必要がある。これに対して

50

、本発明では、フィルター駆動部は、ギャップ量変更部に対して、連続的に変化するアナログ電圧を印加する。このため、反射膜間ギャップは、アナログ電圧の大きさに応じて、連続的にギャップ量の変動する。したがって、光強度取得部は、電圧監視部により監視されるギャップ量変更部への印加電圧が、所定の測定対象波長に対応した測定対象電圧となった際に、検出部により検出される光強度を取得することで、測定対象波長の光の光強度を取得することができる。この場合、第二基板の振動が静止するまで待機する必要がないため、迅速に測定対象波長に対する光強度の検出を実施することができ、測定対象光の分光スペクトルの迅速な測定を実施することができる。

【 0 0 0 9 】

本発明の分光測定装置において、前記フィルター駆動部は、前記アナログ電圧として、前記第二基板を周期的に進退駆動させる周期駆動電圧を前記ギャップ量変更部に印加することが好ましい。

10

本発明によれば、アナログ電圧として、周期的に第二基板を進退駆動させる周期駆動電圧を印加する。なお、この周期駆動電圧としては、例えば交流電圧が挙げられる。

この場合、第二基板の駆動速度が速い場合であっても、進退駆動中のいずれかのタイミングで測定対象電圧に対する光量検出を行えばよい。

例えば、第二基板の撓みがない状態から第二基板が第一基板側に最大変位した状態までの間に、複数の測定対象波長に対する光量検出を行う場合、光量取得手段により、複数の測定対象電圧に対する光強度の取得を短期間に実施する必要がある。この場合、例えば、ギャップ量変更部に印加するアナログ電圧の変化割合が大きい場合、測定を実施する時間間隔も短くなるため、測定対象電圧に対する光強度の取得が困難になる場合がある。

20

これに対して、本発明では、ギャップ量変更部に周期駆動電圧を印加することで第二基板が周期的に進退駆動する。したがって、例えば時間に対する反射膜間ギャップのギャップ量が正弦波状に周期的に変化する場合、最初の $1/4$ 周期内に全ての測定対象電圧に対する光強度が取得できない場合であっても、次の $1/4$ 周期やそれ以降の駆動周期内で測定対象電圧に対する光強度を取得することができる。これにより、測定対象光の正確な分光スペクトルの測定を実施することができる。

【 0 0 1 0 】

本発明の分光測定装置において、前記周期駆動電圧の周期は、前記第二基板が持つ固有周期より大きいことが好ましい。

30

本発明によれば、周期駆動電圧の周期が、第二基板が有する固有周期よりも大きい周期に設定されている。ここで、第二基板が持つ固有周期とは、第二基板に対して、特定のステップ電圧を印加した際に、第二基板に作用する静電引力及び第二基板の弾性力（バネ力）により発生する振動の周期である。周期駆動電圧の周期がこのような固有周期よりも小さい場合、周期駆動電圧の印加により第二基板を進退駆動させる際に、固有周期の振動の影響により、第二基板の駆動が不安定になる場合があり、測定精度が悪化するおそれがある。これに対して、周期駆動電圧の周期が第二基板の固有周期よりも大きい場合、第二基板の固有周期の振動が励起されず、第二基板を安定して周期駆動させることができる。つまり、第二基板が持つ固有周期により励起される振動の影響を受けず、光強度の測定精度を向上させることができる。

40

【 0 0 1 1 】

本発明の分光測定装置において、前記光強度取得部は、測定対象電圧に対する光強度を複数回取得し、取得した複数回の光強度の平均値を測定値とすることが好ましい。

上述のように、第二基板を周期駆動させると、測定対象電圧に対する光強度を複数回取得することが可能となる。本発明では、このように測定された測定対象電圧に対する複数の光強度の平均値を求めるので、測定対象電圧に対するより正確な測定値を求めることができ、分光測定装置における測定精度を向上させることができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の分光測定装置では、前記ギャップ量変更部は、電圧印加により、前記第二基板を前記第一基板側に撓ませることで前記ギャップのギャップ量を変更し、前記フィルター

50

駆動部は、前記ギャップのギャップ量を、前記第二基板の撓みがない初期ギャップ量から所定の最小ギャップ量まで変化させ、前記最小ギャップ量は、測定対象波長域における最小波長に対応した下限ギャップ量よりも小さいことが好ましい。

本発明によれば、分光測定装置による測定において、フィルター駆動部は、測定対象波長域における最小波長に対応した下限ギャップ量よりも小さい最小ギャップ量まで、反射膜間ギャップを変化させる。つまり、フィルター駆動部は、測定対象波長域に対するギャップ範囲に一定のマージンを設けた変位量で第二基板を駆動させる。

これにより、例えば測定環境等によりフィルター駆動部により駆動される第二基板の変位量が変わる場合であっても、測定対象波長域をカバーすることができ、精度のよい分光スペクトルの測定を実施できる。

10

【0013】

本発明の分光測定装置において、前記ギャップ量変更部への印加電圧に対する、前記第一反射膜及び前記第二反射膜により取り出される光の波長を示すV- データを記憶する記憶

部を備え、前記光強度取得部は、前記V- データに基づいて、測定対象波長に対する前記測定対象電圧を取得し、前記電圧監視部により監視される電圧が、前記測定対象電圧になった際に、前記検出部により検出された光強度を取得することが好ましい。

【0014】

本発明によれば、分光測定装置の記憶部には、V- データが記憶されており、光強度取得部は、V- データに基づいて、測定対象波長に対応した測定対象電圧がギャップ量変更部に印加された際に検出部で検出される光強度を取得する。なお、V- データとしては、例えば、分光測定装置の製造時において、予め測定されたデータを用いてもよく、分光測定装置による分光測定処理の開始前に実施されるキャリブレーション処理により取得されるものであってもよい。本発明では、記憶部に予め記憶されたV- データに基づいて、目的波長に対応した測定対象電圧に対する光強度を取得するため、処理の簡略化を図れ、より迅速な分光測定処理を実施することができる。

20

【0015】

本発明の分光測定装置において、前記ギャップのギャップ量を測定するギャップ量検出部と、前記ギャップ量検出部により検出されるギャップ量が測定対象波長に対応した測定対象ギャップ量になった際の電圧を、前記測定対象電圧として取得する電圧取得部と、を備えることが好ましい。

30

本発明によれば、分光測定装置は、反射膜間ギャップのギャップ量を検出するギャップ量検出部を備えている。そして、電圧取得部は、ギャップ量検出部による検出されるギャップ量と、電圧監視部により監視される電圧から、測定対象波長に対応したギャップ量に対する測定対象電圧を取得する。この場合、測定環境等が変化した場合であっても、測定対象波長の光を取り出すための測定対象電圧を正確に取得することができ、迅速かつ正確な分光測定処理を実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明に係る第一実施形態の分光測定装置の概略構成を示すブロック図。

40

【図2】第一実施形態の波長可変干渉フィルターの概略構成を示す平面図。

【図3】第一実施形態の波長可変干渉フィルターの概略構成を示す断面図。

【図4】第一実施形態の波長可変干渉フィルターにおいて、静電アクチュエーターに周期駆動電圧を印加した際の時間と反射膜間ギャップのギャップ量の関係を示す図。

【図5】第一実施形態の波長可変干渉フィルターにおいて、静電アクチュエーターに周期駆動電圧を印加した際の時間と反射膜間ギャップのギャップ量の関係を示す図。

【図6】第一実施形態の分光測定装置を用いた分光測定方法を示すフローチャート。

【図7】第二実施形態の波長可変干渉フィルターにおいて、静電アクチュエーターに周期駆動電圧を印加した際の時間と反射膜間ギャップのギャップ量の関係を示す図。

【図8】第三実施形態の分光測定装置の概略構成を示すブロック図。

50

【図 9】第三実施形態の波長可変干渉フィルターの概略構成を示す平面図。

【図 10】図 9 の X - X 線を断面した波長可変干渉フィルターの断面図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

[第一実施形態]

以下、本発明に係る第一実施形態を図面に基づいて説明する。

[分光測定装置の構成]

図 1 は、本発明に係る分光測定装置の概略構成を示すブロック図である。

分光測定装置 1 は、例えば測定対象物 X で反射した測定対象光における各波長の光強度を分析し、分光スペクトルを測定する装置である。なお、本実施形態では、測定対象物 X で反射した測定対象光を測定する例を示すが、測定対象物 X として、例えば液晶パネル等の発光体を用いる場合、当該発光体から発光された光を測定対象光としてもよい。

そして、この分光測定装置 1 は、図 1 に示すように、波長可変干渉フィルター 5 と、検出部 11 と、I - V 変換器 12 と、アンプ 13 と、A / D 変換器 14 と、電圧制御部 15 と、制御回路部 20 と、を備えている。

【0018】

検出部 11 は、波長可変干渉フィルター 5 を透過した光を受光し、受光した光の光強度（光量）に応じた検出信号（電流）を出力する。

I - V 変換器 12 は、検出部 11 から入力された検出信号を電圧値に変換し、アンプ 13 に出力する。

アンプ 13 は、I - V 変換器 12 から入力された検出信号に応じた電圧（検出電圧）を増幅する。

A / D 変換器 14 は、アンプ 13 から入力された検出電圧（アナログ信号）をデジタル信号に変換し、制御回路部 20 に出力する。

電圧制御部 15 は、制御回路部 20 の制御に基づいて、波長可変干渉フィルター 5 の後述する静電アクチュエーター 56 に対して電圧を印加する。

【0019】

[波長可変干渉フィルターの構成]

ここで、分光測定装置 1 に組み込まれる波長可変干渉フィルター 5 について、以下説明する。図 2 は、波長可変干渉フィルター 5 の概略構成を示す平面図である。図 3 は、図 2 を III - III 線で断面にした断面図である。

波長可変干渉フィルター 5 は、図 2 に示すように、例えば矩形板状の光学部材である。この波長可変干渉フィルター 5 は、図 3 に示すように、固定基板 51 および可動基板 52 を備えている。これらの固定基板 51 及び可動基板 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、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、水晶などにより形成されている。そして、これらの固定基板 51 及び可動基板 52 は、固定基板 51 の第一接合部 513 及び可動基板 52 の第二接合部 523 が、例えばシロキサンを主成分とするプラズマ重合膜などにより構成された接合膜 53（第一接合膜 531 及び第二接合膜 532）により接合されることで、一体的に構成されている。

【0020】

固定基板 51 には、本発明の第一反射膜を構成する固定反射膜 54 が設けられ、可動基板 52 には、本発明の第二反射膜を構成する可動反射膜 55 が設けられている。これらの固定反射膜 54 および可動反射膜 55 は、反射膜間ギャップ G1（本発明のギャップ）を介して対向配置されている。そして、波長可変干渉フィルター 5 には、この反射膜間ギャップ G1 のギャップ量を調整（変更）するのに用いられる静電アクチュエーター 56 が設けられている。この静電アクチュエーター 56 は、本発明におけるギャップ量変更部に相当する。この静電アクチュエーター 56 は、固定基板 51 に設けられた固定電極 561 と、可動基板 52 に設けられた可動電極 562 とにより構成されている。これらの固定電極 561、可動電極 562 は、電極間ギャップ G2 を介して対向する。ここで、これらの電

10

20

30

40

50

極 5 6 1, 5 6 2 は、それぞれ固定基板 5 1 及び可動基板 5 2 の基板表面に直接設けられる構成であってもよく、他の膜部材を介して設けられる構成であってもよい。ここで、電極間ギャップ G 2 のギャップ量は、反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量より大きい。

また、波長可変干渉フィルター 5 を固定基板 5 1 (可動基板 5 2) の基板厚み方向から見た図 2 に示すようなフィルター平面視において、固定基板 5 1 及び可動基板 5 2 の平面中心点 O は、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 の中心点と一致し、かつ後述する可動部 5 2 1 の中心点と一致する。

なお、以降の説明に当たり、固定基板 5 1 または可動基板 5 2 の基板厚み方向から見た平面視、つまり、固定基板 5 1、接合膜 5 3、及び可動基板 5 2 の積層方向から波長可変干渉フィルター 5 を見た平面視を、フィルター平面視と称する。

10

【 0 0 2 1 】

(固定基板の構成)

固定基板 5 1 には、エッチングにより電極配置溝 5 1 1 および反射膜設置部 5 1 2 が形成されている。この固定基板 5 1 は、可動基板 5 2 に対して厚み寸法が大きく形成されており、固定電極 5 6 1 および可動電極 5 6 2 間に電圧を印加した際の静電引力や、固定電極 5 6 1 の内部応力による固定基板 5 1 の撓みはない。

また、固定基板 5 1 の頂点 C 1 には、切欠部 5 1 4 が形成されており、波長可変干渉フィルター 5 の固定基板 5 1 側に、後述する可動電極パッド 5 6 4 P が露出する。

【 0 0 2 2 】

電極配置溝 5 1 1 は、フィルター平面視で、固定基板 5 1 の平面中心点 O を中心とした環状に形成されている。反射膜設置部 5 1 2 は、前記平面視において、電極配置溝 5 1 1 の中心部から可動基板 5 2 側に突出して形成されている。この電極配置溝 5 1 1 の溝底面は、固定電極 5 6 1 が配置される電極設置面 5 1 1 A となる。また、反射膜設置部 5 1 2 の突出先端面は、反射膜設置面 5 1 2 A となる。

20

また、固定基板 5 1 には、電極配置溝 5 1 1 から、固定基板 5 1 の外周縁の頂点 C 1, 頂点 C 2 に向かって延出する電極引出溝 5 1 1 B が設けられている。

【 0 0 2 3 】

電極配置溝 5 1 1 の電極設置面 5 1 1 A には、固定電極 5 6 1 が設けられている。より具体的には、固定電極 5 6 1 は、電極設置面 5 1 1 A のうち、後述する可動部 5 2 1 の可動電極 5 6 2 に対向する領域に設けられている。また、固定電極 5 6 1 上に、固定電極 5 6 1 及び可動電極 5 6 2 の間の絶縁性を確保するための絶縁膜が積層される構成としてもよい。

30

そして、固定基板 5 1 には、固定電極 5 6 1 の外周縁から、頂点 C 2 方向に延出する固定引出電極 5 6 3 が設けられている。この固定引出電極 5 6 3 の延出先端部 (固定基板 5 1 の頂点 C 2 に位置する部分) は、電圧制御部 1 5 に接続される固定電極パッド 5 6 3 P を構成する。

なお、本実施形態では、電極設置面 5 1 1 A に 1 つの固定電極 5 6 1 が設けられる構成を示すが、例えば、平面中心点 O を中心とした同心円となる 2 つの電極が設けられる構成 (二重電極構成) などとしてもよい。

【 0 0 2 4 】

40

反射膜設置部 5 1 2 は、上述したように、電極配置溝 5 1 1 と同軸上で、電極配置溝 5 1 1 よりも小さい径寸法となる略円柱状に形成され、当該反射膜設置部 5 1 2 の可動基板 5 2 に対向する反射膜設置面 5 1 2 A を備えている。

この反射膜設置部 5 1 2 には、図 3 に示すように、固定反射膜 5 4 が設置されている。この固定反射膜 5 4 としては、例えば A g 等の金属膜や、A g 合金等の合金膜を用いることができる。また、例えば高屈折層を TiO_2 、低屈折層を SiO_2 とした誘電体多層膜を用いてもよい。さらに、誘電体多層膜上に金属膜 (又は合金膜) を積層した反射膜や、金属膜 (又は合金膜) 上に誘電体多層膜を積層した反射膜、単層の屈折層 (TiO_2 や SiO_2 等) と金属膜 (又は合金膜) とを積層した反射膜などを用いてもよい。

【 0 0 2 5 】

50

また、固定基板 5 1 の光入射面（固定反射膜 5 4 が設けられない面）には、固定反射膜 5 4 に対応する位置に反射防止膜を形成してもよい。この反射防止膜は、低屈折率膜および高屈折率膜を交互に積層することで形成することができ、固定基板 5 1 の表面での可視光の反射率を低下させ、透過率を増大させる。

【 0 0 2 6 】

そして、固定基板 5 1 の可動基板 5 2 に対向する面のうち、エッチングにより、電極配置溝 5 1 1、反射膜設置部 5 1 2、及び電極引出溝 5 1 1 B が形成されない面は、第一接合部 5 1 3 を構成する。この第一接合部 5 1 3 には、第一接合膜 5 3 1 が設けられ、この第一接合膜 5 3 1 が、可動基板 5 2 に設けられた第二接合膜 5 3 2 に接合されることで、上述したように、固定基板 5 1 及び可動基板 5 2 が接合される。

10

【 0 0 2 7 】

（可動基板の構成）

可動基板 5 2 は、図 2 に示すようなフィルター平面視において、平面中心点 O を中心とした円形状の可動部 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、保持部 5 2 2 の外側に設けられた基板外周部 5 2 5 と、を備えている。

また、可動基板 5 2 には、図 2 に示すように、頂点 C 2 に対応して、切欠部 5 2 4 が形成されており、波長可変干渉フィルター 5 を可動基板 5 2 側から見た際に、固定電極パッド 5 6 3 P が露出する。

【 0 0 2 8 】

可動部 5 2 1 は、保持部 5 2 2 よりも厚み寸法が大きく形成され、例えば、本実施形態では、可動基板 5 2 の厚み寸法と同一寸法に形成されている。この可動部 5 2 1 は、フィルター平面視において、少なくとも反射膜設置面 5 1 2 A の外周縁の径寸法よりも大きい径寸法に形成されている。そして、この可動部 5 2 1 には、可動電極 5 6 2 及び可動反射膜 5 5 が設けられている。

20

なお、固定基板 5 1 と同様に、可動部 5 2 1 の固定基板 5 1 とは反対側の面には、反射防止膜が形成されていてもよい。このような反射防止膜は、低屈折率膜および高屈折率膜を交互に積層することで形成することができ、可動基板 5 2 の表面での可視光の反射率を低下させ、透過率を増大させることができる。

【 0 0 2 9 】

可動電極 5 6 2 は、電極間ギャップ G 2 を介して固定電極 5 6 1 に対向し、固定電極 5 6 1 と同一形状となる環状に形成されている。また、可動基板 5 2 には、可動電極 5 6 2 の外周縁から可動基板 5 2 の頂点 C 1 に向かって延出する可動引出電極 5 6 4 を備えている。この可動引出電極 5 6 4 の延出先端部（可動基板 5 2 の頂点 C 1 に位置する部分）は、電圧制御部 1 5 に接続される可動電極パッド 5 6 4 P を構成する。

30

可動反射膜 5 5 は、可動部 5 2 1 の可動面 5 2 1 A の中心部に、固定反射膜 5 4 と反射膜間ギャップ G 1 を介して対向して設けられる。この可動反射膜 5 5 としては、上述した固定反射膜 5 4 と同一の構成の反射膜が用いられる。

なお、本実施形態では、上述したように、電極間ギャップ G 2 のギャップ量が反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量よりも大きい例を示すがこれに限定されない。例えば、測定対象光として赤外線や遠赤外線を用いる場合等、測定対象光の波長域によっては、反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量が、電極間ギャップ G 2 のギャップ量よりも大きくなる構成としてもよい。

40

【 0 0 3 0 】

保持部 5 2 2 は、可動部 5 2 1 の周囲を囲うダイアフラムであり、可動部 5 2 1 よりも厚み寸法が小さく形成されている。このような保持部 5 2 2 は、可動部 5 2 1 よりも撓みやすく、僅かな静電引力により、可動部 5 2 1 を固定基板 5 1 側に変位させることが可能となる。この際、可動部 5 2 1 が保持部 5 2 2 よりも厚み寸法が大きく、剛性が大きくなるため、保持部 5 2 2 が静電引力により固定基板 5 1 側に引っ張られた場合でも、可動部 5 2 1 の形状変化が起こらない。したがって、可動部 5 2 1 に設けられた可動反射膜 5 5 の撓みも生じず、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 を常に平行状態に維持することが可

50

能となる。

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、これに限定されず、例えば、平面中心点 O を中心として、等角度間隔で配置された梁状の保持部が設けられる構成などとしてもよい。

【 0 0 3 1 】

基板外周部 5 2 5 は、上述したように、フィルター平面視において保持部 5 2 2 の外側に設けられている。この基板外周部 5 2 5 の固定基板 5 1 に対向する面は、第一接合部 5 1 3 に対向する第二接合部 5 2 3 を備えている。そして、この第二接合部 5 2 3 には、第二接合膜 5 3 2 が設けられ、上述したように、第二接合膜 5 3 2 が第一接合膜 5 3 1 に接合されることで、固定基板 5 1 及び可動基板 5 2 が接合されている。

10

【 0 0 3 2 】

以上のような波長可変干渉フィルター 5 では、固定電極パッド 5 6 3 P 及び可動電極パッド 5 6 4 P がそれぞれ電圧制御部 1 5 に接続されている。したがって、電圧制御部 1 5 により、固定電極 5 6 1 及び可動電極 5 6 2 間に電圧が印加されることで、静電引力により可動部 5 2 1 が固定基板 5 1 側に変位する。これにより、反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量を所定量に変更することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

[制御回路部の構成]

図 1 に戻り、分光測定装置 1 の制御回路部 2 0 について、説明する。

制御回路部 2 0 は、例えば CPU やメモリー等が組み合わされることで構成され、分光測定装置 1 の全体動作を制御する。この制御回路部 2 0 は、図 1 に示すように、電圧設定部 2 1 と、電圧監視部 2 2 と、測定電圧取得部 2 3 と、光強度取得部 2 4 と、分光測定部 2 5 と、を備えている。

20

また、制御回路部 2 0 は、記憶部 3 0 を備え、記憶部 3 0 には、V- データが記憶されている。

この V- データは、波長可変干渉フィルター 5 の静電アクチュエーター 5 6 に印加する電圧に対する、波長可変干渉フィルター 5 により取り出される光の波長の関係を示すデータである。この V- データは、例えば、波長可変干渉フィルター 5 の製造時において、電圧に対する透過波長を予め測定することで生成され、記憶部 3 0 に記憶される。

【 0 0 3 4 】

30

電圧設定部 2 1 は、電圧制御部 1 5 とともに本発明のフィルター駆動部を構成する。この電圧設定部 2 1 は、分光測定装置 1 による分光測定処理において、電圧制御部 1 5 を制御して、静電アクチュエーター 5 6 に、連続的に変化するアナログ電圧である周期駆動電圧（交流電圧）を印加する。

ここで、電圧設定部 2 1 は、周期駆動電圧として、可動基板 5 2 における可動部 5 2 1 の固有振動における固有周期よりも大きい周期を有する周期駆動電圧を印加する。可動部 5 2 1 の固有周期は、保持部 5 2 2 が有する弾性力（バネ力）や、測定環境（例えば空気圧等）によって変化するが、 $100\ \mu\text{s}$ 程度となる。したがって、電圧設定部 2 1 は、例えば $2\ \text{ms}$ 程度の周期を有する周期駆動電圧を設定すればよい。

【 0 0 3 5 】

40

図 4 は、波長可変干渉フィルター 5 の静電アクチュエーター 5 6 に周期駆動電圧を印加した際の時間と反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量との関係を示す図である。

電圧設定部 2 1 により周期駆動電圧を静電アクチュエーター 5 6 に印加すると、可動部 5 2 1 が周期的に固定基板 5 1 に向かって進退駆動する。これにより、図 4 に示すように、反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量は、初期ギャップ量 g_0 から最小ギャップ量 g_1 の間（駆動振幅 A）で連続的に変化する。

ここで、測定対象波長域の光を取り出すために必要な反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量の範囲を、上限ギャップ量 g_2 から下限ギャップ量 g_3 までのギャップ範囲（測定対象ギャップ範囲 G m）とすると、電圧設定部 2 1 は、駆動振幅 A、測定対象ギャップ範囲 G m となるように、周期駆動電圧を設定する。つまり、電圧設定部 2 1 は、上限ギャップ量

50

g_2 が初期ギャップ量 g_0 以下となり、下限ギャップ量 g_3 が最小ギャップ量 g_1 以上となるように、周期駆動電圧を設定する。

【 0 0 3 6 】

このような周期駆動電圧を設定することで、初期ギャップ量 g_0 から上限ギャップ量 g_2 の間の上限マージン、及び下限ギャップ量 g_3 から最小ギャップ量 g_1 までの下限マージンが設けられることとなる。下限マージンを設けることで、測定対象波長域に対する光を確実に取り出すことが可能となる。例えば、測定対象波長域の下限ギャップ量 g_3 と最小ギャップ量 g_1 とが一致する（下限マージンを設けない）構成とした場合、測定環境等により可動部 5 2 1 の変位量が小さくなった際に、測定対象波長域の最小波長の光を取り出せなくなるおそれがある。これに対して、本実施形態では、下限マージンを設けられるため、確実に最小波長の光を取り出すことが可能となる。また、上限マージンを設けることで、測定環境変化による影響を軽減できる。

10

なお、本実施形態では、上限マージン及び下限マージンを設ける例を示すが、これらのマージンのいずれか一方または双方が設けられないよう、周期駆動電圧が設定されてもよい。

【 0 0 3 7 】

電圧監視部 2 2 は、例えば分光測定装置 1 による分光測定処理が行われている間、電圧制御部 1 5 から静電アクチュエーター 5 6 に印加される電圧を常時監視する。

測定電圧取得部 2 3 は、記憶部 3 0 に記憶される V- データに基づいて、測定対象電圧を設定する。すなわち、測定電圧取得部 2 3 は、測定対象波長域内の所定波長間隔（測定ピッチ）毎の測定対象波長を設定し、これらの測定対象波長に対応した測定対象電圧を V- データから読み込む。なお、測定対象波長域や測定ピッチは、例えば測定者の設定入力等によって適宜変更されるものであってもよい。この場合、測定電圧取得部 2 3 は、設定入力に従って、測定対象波長域を設定し、この測定対象波長域内における測定ピッチ間隔の測定対象波長を設定する。

20

【 0 0 3 8 】

光強度取得部 2 4 は、測定電圧取得部 2 3 により取得された測定対象電圧が静電アクチュエーター 5 6 に印加されたタイミング（例えば、図 4 における $t_1 \sim t_4$ のタイミング）で、検出部 1 1 から出力される検出信号を検出し、測定対象波長の光の光強度を取得する。

30

なお、図 4 に示す例では、光強度取得部 2 4 は、可動部 5 2 1 が、初期状態から $1/4$ 周期駆動するまでの間に、測定対象電圧に対する光強度を取得する例を示すが、これに限定されない。

例えば、可動部 5 2 1 の周期駆動速度が速い場合等では、可動部 5 2 1 が初期状態から $1/4$ 周期駆動するまでの間に、複数の測定対象電圧に対する光強度を取得することが困難な場合がある。このような場合、図 5 に示すように、例えば、初期状態から $1/4$ 周期駆動するまでの間、全測定対象電圧のうち、幾つかの測定対象電圧に対する光強度を測定し、 $1/4$ 周期目から $1/2$ 周期目までの間に残りの測定対象電圧に対する光強度を測定してもよい。また、設定された測定対象電圧の数に応じて、更に $1/2$ 周期目以降における測定を実施してもよい。

40

【 0 0 3 9 】

分光測定部 2 5 は、光強度取得部 2 4 により取得された各測定対象波長に対する光強度に基づいて、測定対象光の分光スペクトルを測定する。また、分光測定部 2 5 は、測定した分光スペクトルに基づいてスペクトル曲線を生成してもよい。そして、分光測定部 2 5 は、測定結果やスペクトル曲線を、例えばディスプレイや印刷機器等の出力装置に出力する。

【 0 0 4 0 】

[分光測定装置による分光測定方法]

次に、上述した分光測定装置 1 による分光測定方法について、図面に基づいて説明する。

50

図 6 は、本実施形態の分光測定方法のフローチャートである。

図 6 に示すように、本実施形態の分光測定方法では、測定が開始されると、まず、測定電圧取得部 2 3 により、測定対象波長及び当該測定対象波長に対する測定対象電圧を取得する (S 1)。具体的には、例えば測定者により設定入力がない場合では、記憶部 3 0 に記憶される V- データから、予め設定された測定ピッチ間隔となる測定対象波長に対する測定対象電圧を取得する。また、例えば測定者による設定入力に基づいて、測定対象波長域や測定ピッチが指定された場合は、指定された測定波長域内で、指定された測定ピッチ間隔となる測定対象波長を算出し、V- データに基づいて、当該測定対象波長に対応した測定対象電圧を取得する。

【 0 0 4 1 】

10

この後、電圧設定部 2 1 及び電圧制御部 1 5 は、波長可変干渉フィルター 5 の静電アクチュエーター 5 6 に周期駆動電圧を印加する (S 2)。この S 2 では、電圧設定部 2 1 は、連続的に変化し、かつ、周期が可動部 5 2 1 の固有周期よりも大きい周期駆動電圧 (交流電圧) を設定し、電圧制御部 1 5 により静電アクチュエーター 5 6 に印加させる。これにより、可動部 5 2 1 が固定基板 5 1 に対して周期的に進退駆動し、図 4 や図 5 に示すように、反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量が周期的に変動する。

また、この S 2 の処理と同時に、電圧監視部 2 2 は、静電アクチュエーター 5 6 に印加された電圧を監視する電圧監視処理を開始する (S 3)。

【 0 0 4 2 】

そして、光強度取得部 2 4 は、S 3 で電圧監視部 2 2 により監視される電圧が、S 1 により設定された測定対象電圧になったか否かを判定する (S 4)。

20

この S 4 において、電圧監視部 2 2 により監視される電圧が測定対象電圧ではないと判定された場合 (「No」と判定された場合)、S 2 及び S 3 の処理に戻り、静電アクチュエーター 5 6 への周期駆動電圧の印加及び電圧監視部 2 2 による電圧監視を継続する。

【 0 0 4 3 】

一方、S 4 において、電圧監視部 2 2 により監視される電圧が測定対象電圧になったと判定された場合 (「Yes」と判定された場合)、光強度取得部 2 4 は、検出部 1 1 から入力される検出信号に基づいて、測定対象波長の光強度を測定する (S 5)。

また、光強度取得部 2 4 は、取得した光強度と、当該光強度が測定された際の測定対象電圧 (又は当該測定対象電圧に対応した測定対象ギャップ量、又は測定対象波長) とを関連付けて、記憶部 3 0 に記憶する。

30

【 0 0 4 4 】

この後、制御回路部 2 0 は、測定処理が完了したか否かを判定する (S 6)。本実施形態では、各測定対象波長に対してそれぞれ 1 回の光強度測定を実施する。したがって、S 6 では、S 1 により取得された全ての測定対象電圧に対して、光強度取得部 2 4 による光強度の取得が終了したか否かを判定することで、測定処理が完了したか否かを判定する。そして、この S 6 において、「No」と判定された場合、つまり、測定処理が完了していないと判定された場合、S 2 及び S 3 の処理に戻り、静電アクチュエーター 5 6 への周期駆動電圧の印加及び電圧監視部 2 2 による電圧監視を継続する。

一方、S 6 において、「Yes」と判定された場合、つまり、測定処理が完了したと判定された場合、電圧設定部 2 1 及び電圧制御部 1 5 は、静電アクチュエーター 5 6 への電圧印加を停止する。そして、分光測定部 2 5 は、S 5 により取得され、記憶部 3 0 に記憶された各測定対象電圧 (各測定対象波長) に対する光強度から、測定対象光の分光スペクトルを測定する (S 7)。

40

【 0 0 4 5 】

[実施形態の作用効果]

本実施形態の分光測定装置 1 では、電圧設定部 2 1 は、静電アクチュエーター 5 6 に印加する電圧として、連続的に変化するアナログ電圧である周期駆動電圧を設定し、電圧制御部 1 5 から静電アクチュエーター 5 6 に印加させる。これにより、波長可変干渉フィルター 5 の可動部 5 2 1 は、固定基板 5 1 に対して、連続的に変化し、反射膜間ギャップ G

50

1のギャップ量は、測定対象波長域に対応した測定対象ギャップ範囲において、連続的に変化する。そして、光強度取得部24は、電圧監視部22により監視される静電アクチュエーター56への印加電圧が、測定対象電圧となった際に、検出部11にて検出される光強度を取得する。

このような構成の分光測定装置1では、光強度取得部24により迅速に測定対象波長に対する光強度を取得することができ、分光測定装置1における測定対象光の分光スペクトルの測定も迅速に実施することができる。

つまり、静電アクチュエーター56に対してステップ電圧を印加する場合、可動部521に振動が発生するため、正確な光強度の測定を実施するために、可動部521の振動が静止するまで待機する必要がある。これに対して、本実施形態では、静電アクチュエーター56に印加した連続的に変化する電圧が測定対象電圧となった時点で、検出部11により検出される光強度を取得するため、上記のようなステップ電圧を印加した際の待機時間を設ける必要がなく、即座に測定対象波長の光強度を取得することができる。

【0046】

また、電圧設定部21は、電圧制御部15を制御して、周期的に変化する周期駆動電圧を静電アクチュエーター56に印加する。これにより、可動部521は、固定基板51に対して、周期的に進退駆動する。つまり、反射膜間ギャップが1/4周期に一回の頻度で測定対象ギャップ範囲内を変位することとなる。したがって、例えば、1/4周期内に、測定対象電圧に対する光強度の取得が困難である場合であっても、次の1/4周期以降において、取得できなかった測定対象電圧に対する光強度を取得することができる。これにより、設定された全ての測定対象電圧に対する光強度を取得することができ、分光測定部25により、正確な分光スペクトルの測定を実施することができる。

【0047】

本実施形態では、電圧設定部21により設定される周期駆動電圧の駆動周期は、可動部521が有する固有周期よりも大きい値に設定されている。

このため、周期駆動電圧を静電アクチュエーター56に印加した際、可動部521の進退駆動が、当該可動部521の固有周期に基づいた振動励起の影響を受けない。また、周期駆動電圧に基づいた可動部521の振動以外の振動成分（例えば固有周期に基づいた振動等）は、ノイズ成分として例えばローパスフィルター等により除去しやすくなる。したがって、所定の測定対象電圧に対して、より正確な光強度の測定を実施することができ、分光スペクトルの測定精度を向上させることができる。

【0048】

本実施形態では、電圧設定部21は、測定対象光の測定対象波長域に対する、反射膜間ギャップG1の測定対象ギャップ範囲の上下に下限マージン、及び上限マージンが設定されるよう、周期駆動電圧を設定する。これにより、測定環境の変化等により、測定対象波長域に対する光強度が取得できなくなる不都合を回避でき、高精度な分光スペクトルの測定を実施できる。

【0049】

本実施形態では、記憶部30にV-データが記憶されており、測定電圧取得部23は、V-データに基づいて測定対象電圧を取得する。これにより、所望の測定対象波長に対応した測定対象電圧を容易に設定することができる。

【0050】

[第二実施形態]

次に、本発明に係る第二実施形態について、図面に基づいて説明する。

上述した第一実施形態の分光測定装置では、図4及び図5に示すように、光強度取得部24は、設定された各測定対象電圧に対して、それぞれ1回の光強度の取得する例を示した。これに対して、第二実施形態の分光測定装置では、各測定対象電圧に対して、複数の光強度を取得する点で上記第一実施形態と相違する。

なお、第二実施形態の分光測定装置を構成する各構成は、上記第一実施形態と同一であるため、ここでの説明は省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

図 7 は、第二実施形態において、波長可変干渉フィルター 5 に周期駆動電圧を印加した際の時間と反射膜間ギャップ G 1 の関係を示す図である。

図 7 に示すように、本実施形態の光強度取得部 2 4 は、測定電圧取得部 2 3 により取得された各測定対象電圧に対して、少なくとも 2 回以上光強度の取得を実施する。

そして、光強度取得部 2 4 は、各測定対象電圧に対して取得された複数の光強度から、平均値を算出し、当該測定対象電圧に対する測定値とする。

本実施形態では、複数取得された光強度の平均値に基づいて、測定対象波長の光の光強度の測定値を求めるため、より精度の高い測定結果を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

10

[第三実施形態]

次に、本発明に係る第三実施形態について、図面に基づいて説明する。

上記第一実施形態及び第二実施形態では、測定電圧取得部 2 3 は、記憶部 3 0 に記憶された V- データに基づいて、測定対象電圧を取得した。これに対して、本実施形態の分光測定装置では、波長可変干渉フィルターに反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量を検出するギャップ量検出部が設けられ、このギャップ量検出部に基づいて、測定対象電圧を取得する点で上記第一及び第二実施形態と相違する。

【 0 0 5 3 】

図 8 は、第三実施形態の分光測定装置の概略構成を示すブロック図である。また、図 9 は、第三実施形態の波長可変干渉フィルターの概略構成を示す平面図であり、図 1 0 は、当該波長可変干渉フィルターの断面図である。

20

【 0 0 5 4 】

本実施形態の波長可変干渉フィルター 5 A では、図 9 及び図 1 0 に示すように、固定反射膜 5 4 に固定側容量検出電極 5 6 5 が接続され、可動反射膜 5 5 に可動側容量検出電極 5 6 6 が接続されている。ここで、これらの容量検出電極 5 6 5 , 5 6 6 は、本発明のギャップ量検出部を構成する。

ここで、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 が金属膜や金属合金膜により構成されている場合では、容量検出電極 5 6 5 , 5 6 6 は、反射膜 5 4 , 5 5 の外周縁に接続されていればよい。また、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 が誘電体多層膜等の非導電性素材により構成されている場合では、例えば、反射膜表面に金属薄膜を形成し、この金属薄膜に容量検出電極 5 6 5 , 5 6 6 を接続すればよい。

30

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態では、固定電極 5 6 1 は、図 9 に示すように、例えば頂点 C 3 方向の一部が開く C 字状に形成され、可動電極 5 6 2 は、例えば頂点 C 4 方向の一部が開く C 字状に形成される。

そして、固定側容量検出電極 5 6 5 は、固定反射膜 5 4 の外周縁から、固定電極 5 6 1 の C 字開口部分を通り、頂点 C 3 方向に延出して設けられる。固定側容量検出電極 5 6 5 の先端部（頂点 C 3 に位置する部分）は、電圧制御部 1 5 に接続される固定側検出電極パッド 5 6 5 P を構成する。

同様に、可動側容量検出電極 5 6 6 は、可動反射膜 5 5 の外周縁から、可動電極 5 6 2 の C 字開口部分を通り、頂点 C 4 方向に延出して設けられる。可動側容量検出電極 5 6 6 の先端部（頂点 C 4 に位置する部分）は、電圧制御部 1 5 に接続される可動側検出電極パッド 5 6 6 P を構成する。

40

【 0 0 5 6 】

本実施形態の分光測定装置 1 A は、図 8 に示すように、制御回路部 2 0 は、電圧設定部 2 1、電圧監視部 2 2、測定電圧取得部 2 3 A、光強度取得部 2 4、分光測定部 2 5、及び記憶部 3 0 を備える。

測定電圧取得部 2 3 A は、電圧制御部 1 5 を制御して、固定側容量検出電極 5 6 5 及び可動側容量検出電極 5 6 6 間に、微弱電圧を印加させ、これらの容量検出電極 5 6 5 , 5 6 6 に電荷を保持させる。そして、測定電圧取得部 2 3 A は、電圧設定部 2 1 及び電圧制

50

御部 15 により反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量を変動させた際、容量検出電極 565, 566 に保持された電荷の保持量を検出し、検出した電荷保持量から反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量を算出する。また、測定電圧取得部 23A は、電圧監視部 22 により監視される電圧に基づいて、検出したギャップ量が、所定の測定対象ギャップ量になった際に電圧を測定対象電圧として取得する。すなわち、測定電圧取得部 23A は、本発明の電圧取得部を構成する。

【0057】

[分光測定装置による分光測定方法]

本実施形態の分光測定方法では、上記第一実施形態の S 1 の代わりに、測定電圧取得部 23A により、測定対象波長及び当該測定対象波長に対する測定対象電圧を取得する。

10

具体的には、測定電圧取得部 23A は、まず、各容量検出電極 565, 566 に電荷を保持させるため、容量検出電極 565, 566 間に所定の微弱な容量検出用電圧を印加する。

そして、電圧設定部 21 は、電圧制御部 15 を制御して静電アクチュエーター 56 に周期駆動電圧を印加させる。これにより、可動部 521 が、周期駆動し、反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量に変動する。また、この際、電圧監視部 22 により、静電アクチュエーター 56 に印加される電圧を監視する。

【0058】

そして、測定電圧取得部 23A は、各容量検出電極 565, 566 に保持される電荷量を検出し、検出された電荷量が、測定対象ギャップ量に対応した電荷量となった際に、電圧監視部 22 により監視された電圧を測定対象電圧として取得する。ここで、測定対象ギャップ量に対応した電荷量とは、例えば、波長可変干渉フィルター 5A の製造時において予め測定しておき、記憶部 30 に測定対象波長 に対する容量検出電極 565, 566 の電荷保持量のデータ (Q- データ) として記憶しておけばよい。

20

また、測定対象電圧を取得する際の、各容量検出電極 565, 566 に保持される電荷量の検出ピッチとしては、予め設定された測定ピッチに対応した値であってもよく、例えば測定者により設定入力された測定ピッチに対応した値であってもよい。

【0059】

この後、分光測定装置 1A は、上記第一実施形態と同様に、S 2 から S 7 の処理を実施し、設定した測定対象電圧に対する光強度を取得し、測定対象光の分光スペクトルを測定する。

30

【0060】

[実施形態の作用効果]

本実施形態の分光測定装置 1A では、波長可変干渉フィルター 5A は、固定側容量検出電極 565 及び可動側容量検出電極 566 を備える。そして、測定電圧取得部 23A は、これらの容量検出電極 565, 566 に保持される電荷量から反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量を検出する。そして、測定電圧取得部 23A は、このギャップ量が、所定の測定対象ギャップ量となった際に、電圧監視部により監視される電圧を測定対象電圧として取得する。

このような構成では、例えば測定環境の変化等によって、静電アクチュエーター 56 に印加する電圧に対する反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量が変化した場合であっても、測定対象ギャップ量に対する正確な測定対象電圧を取得することができる。したがって、このように取得された測定対象電圧に基づいて光強度の測定を実施することで、測定対象波長に対するより正確な光強度を測定することができ、測定対象光の分光スペクトルをより精度よく測定することができる。

40

【0061】

[変形例]

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。

【0062】

50

上記実施形態では、反射膜間ギャップ G 1 のギャップ量を変化させるギャップ量変更部として、静電アクチュエーター 5 6 を例示したが、これに限定されない。

例えば、固定電極 5 6 1 の代わりに、第一誘電コイルを配置し、可動電極 5 6 2 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。

さらに、静電アクチュエーター 5 6 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入力値として可変させることで、圧電膜を伸縮させて保持部 5 2 2 を撓ませることができる。

【 0 0 6 3 】

10

電圧設定部 2 1 は、電圧制御部 1 5 を制御して、静電アクチュエーター 5 6 に周期駆動電圧を印加させたが、例えば、初期状態から、所定の最大電圧まで連続的に増加するアナログ電圧（例えば上記第一実施形態の周期駆動電圧の 1 / 4 周期分電圧）を印加させてもよい。

【 0 0 6 4 】

電圧設定部 2 1 は、可動部 5 2 1 の固有周期より大きい周期の周期駆動電圧を設定したが、これに限定されず、可動部 5 2 1 の固有周期と同一、または小さい周期の周期駆動電圧を設定してもよい。

【 0 0 6 5 】

その他、本発明の実施の際の具体的な構造は、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造等に適宜変更できる。

20

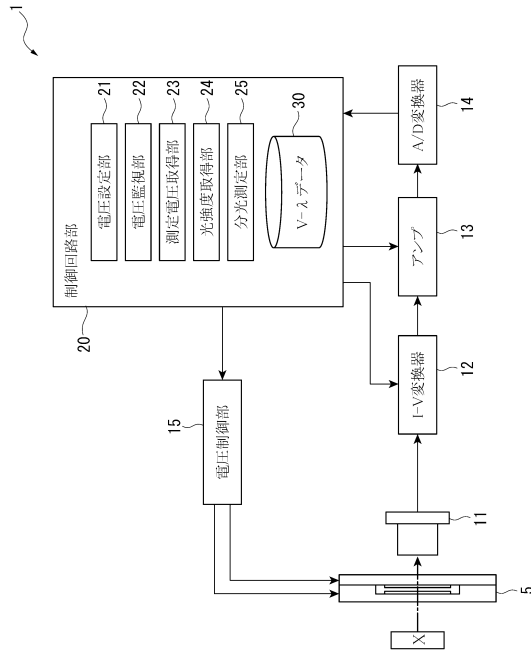
【符号の説明】

【 0 0 6 6 】

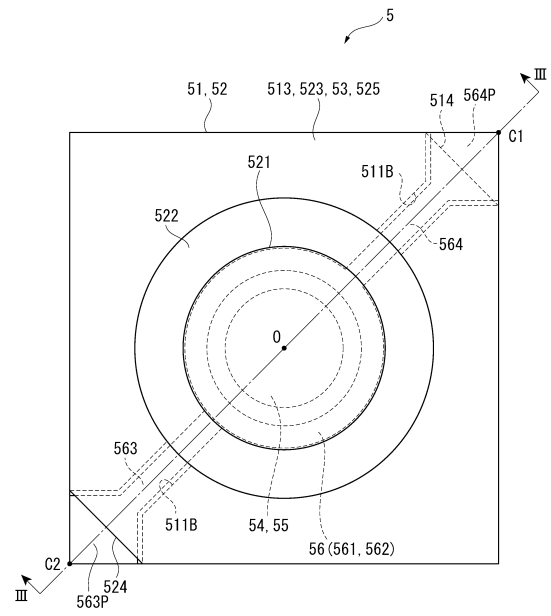
1 , 1 A ... 分光測定装置、 5 , 5 A ... 波長可変干渉フィルター、 1 1 ... 検出部、 1 5 ... 電圧制御部、 2 0 ... 制御回路部、 2 1 ... 電圧設定部、 2 2 ... 電圧監視部、 2 3 , 2 3 A ... 測定電圧取得部、 2 4 ... 光強度取得部、 2 5 ... 分光測定部、 3 0 ... 記憶部、 5 1 ... 第一基板である固定基板、 5 2 ... 第二基板である可動基板、 5 4 ... 固定反射膜（第一反射膜）、 5 5 ... 可動反射膜（第二反射膜）、 5 6 ... 静電アクチュエーター（ギャップ量変更部）、 5 6 1 ... 固定電極、 5 6 2 ... 可動電極、 5 6 5 ... ギャップ量検出部を構成する固定側容量検出電極、 5 6 6 ... ギャップ量検出部を構成する可動側容量検出電極、 G 1 ... 反射膜間ギャップ。

30

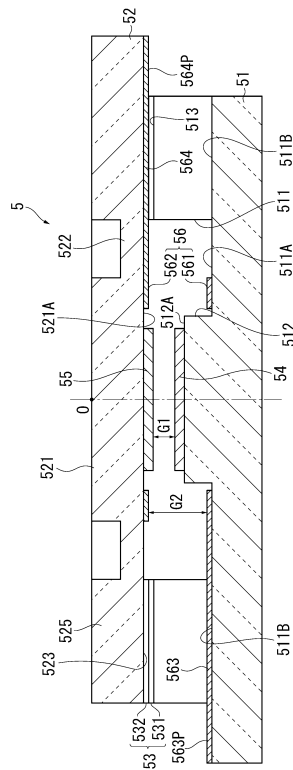
【図 1】



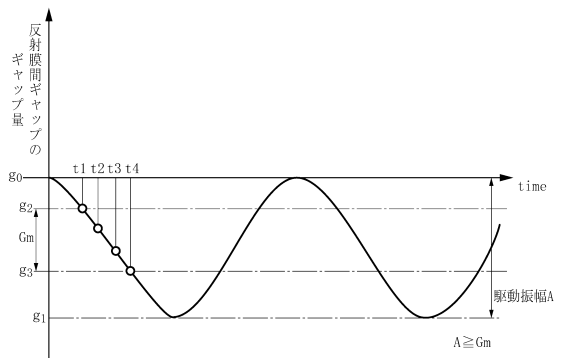
【図 2】



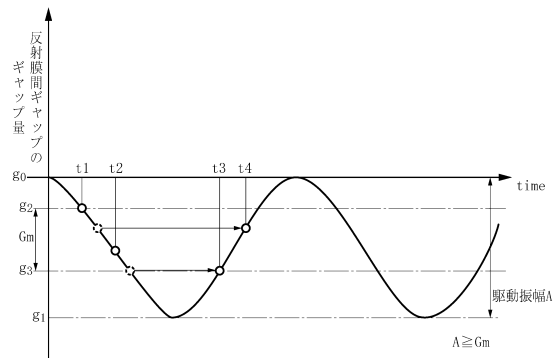
【図 3】



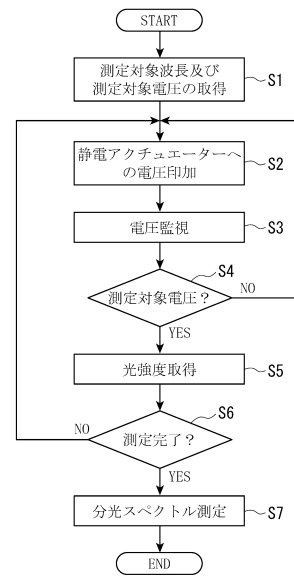
【図 4】



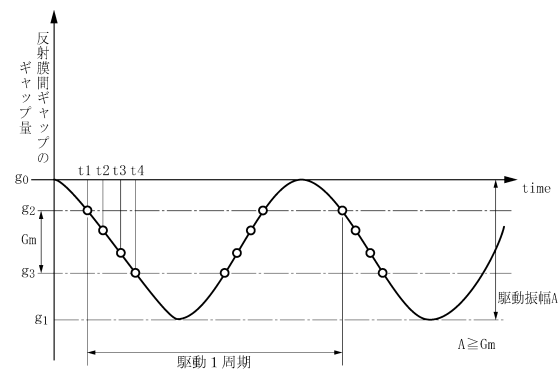
【図 5】



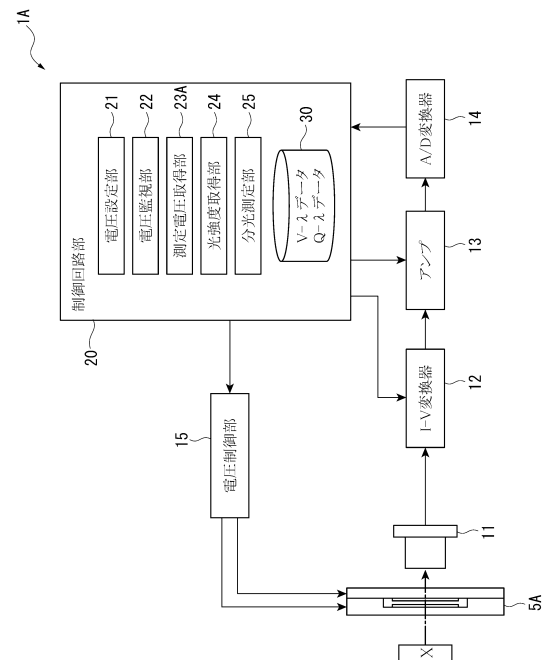
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-185942(JP,A)
特開2002-071562(JP,A)
特開2003-177093(JP,A)
国際公開第2002/088660(WO,A1)
特開2010-151984(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J 3/00 - 3/52
G01N 21/00 - 21/61
G02B 5/28
G02B 26/00