

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5874271号
(P5874271)

(45) 発行日 平成28年3月2日(2016.3.2)

(24) 登録日 平成28年1月29日(2016.1.29)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 B 26/00 (2006.01)

GO 2 B 26/00

GO 1 J 3/26 (2006.01)

GO 1 J 3/26

請求項の数 10 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2011-210326 (P2011-210326)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年9月27日 (2011. 9. 27)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-72930 (P2013-72930A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成25年4月22日 (2013. 4. 22)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成26年9月9日 (2014. 9. 9)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(72) 発明者	佐野 朗
			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	細田 達矢
			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	堀部 修平
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波長可変干渉フィルター、光学フィルターデバイス、光学モジュール、及び電子機器

(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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、
前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、
前記第一基板に設けられた第一電極と、
を備え、
前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互に対向して設けられた光干渉領域を含む領域に設けられ、
前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、
前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続され、
前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域の外に、駆動用電極が配置され、
前記第一電極は、さらに、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域と、を含む領域に設けられ

前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記駆動用電極対向領域に設けられた前記第一電極を含むことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の波長可変干渉フィルターにおいて、

前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と重なる位置に第二電極が設けられ、

前記第二反射膜は、前記第二電極を介して前記第二基板に設けられ、

前記第一電極は、前記第二電極に電氣的に接続されていることを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の波長可変干渉フィルターにおいて、

前記第一基板は、形状変化が発生しない固定基板であり、

前記第二基板は、前記第二反射膜が設けられた可動部と、前記可動部を保持する保持部と、を備え、前記保持部の形状変化により前記可動部が前記第一基板に対して進退可能となる可動基板であり、

前記ギャップ変更部は、前記可動部を前記第一基板に対して進退させることで、前記反射膜間ギャップを変動させることを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の波長可変干渉フィルターにおいて、

前記第一電極は、透光性を有することを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の波長可変干渉フィルターにおいて、

前記駆動用電極は、内側駆動用電極と、この内側駆動用電極よりも前記光干渉領域から遠ざかる位置に設けられた外側駆動用電極と、を備えることを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の波長可変干渉フィルターにおいて、

前記駆動用電極と前記第一電極の前記駆動用電極対向領域との間の電極間ギャップの寸法は、前記反射膜間ギャップの寸法よりも大きいことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の波長可変干渉フィルターにおいて、

前記第一電極は、前記内側駆動用電極に対向する内側駆動用電極対向領域と、前記外側駆動用電極に対向する外側駆動用電極対向領域と、を備え、

前記外側駆動用電極と前記外側駆動用電極対向領域との間の外側電極間ギャップの寸法は、前記内側駆動用電極と前記内側駆動用電極対向領域との間の内側電極間ギャップの寸法よりも小さく、かつ前記反射膜間ギャップの寸法よりも大きいことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 8】

第一基板、前記第一基板に対向する第二基板、前記第一基板に設けられた第一反射膜、前記第二基板に設けられ、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部、及び、前記第一基板に設けられた第一電極を備えた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収納する筐体と、
を備え、

前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を含む領域に設けられ、

前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続され、

10

20

30

40

50

前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域の外に、駆動用電極が配置され、

前記第一電極は、さらに、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域と、を含む領域に設けられ、

前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記駆動用電極対向領域に設けられた前記第一電極を含むことを特徴とする光学フィルターデバイス。

【請求項 9】

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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、

前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、

前記第一基板に設けられた第一電極と、

前記第一反射膜及び前記第二反射膜により取り出された光を検出する検出部と、を備え、

前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を含む領域に設けられ、

前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、

前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続され、

前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域の外に、駆動用電極が配置され、

前記第一電極は、さらに、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域と、を含む領域に設けられ、

前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記駆動用電極対向領域に設けられた前記第一電極を含むことを特徴とする光学モジュール。

【請求項 10】

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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、

前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、

前記第一基板に設けられた第一電極と、

を備え、

前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を含む領域に設けられ、

前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、

前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続され、

前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域の外に、駆動用電極が配置され、

前記第一電極は、さらに、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域と、を含む領域に設けられ、

前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記駆動用電極対向領域に設けられた前記第一電極を含むことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長可変干渉フィルター、光学フィルターデバイス、光学モジュール、及び電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、一对の基板の互いに対向する面に、それぞれ反射膜を所定のギャップを介して対向配置した波長可変干渉フィルターが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

特許文献1に記載の波長可変干渉フィルターは、2枚の基板の互いに対向する面に、それぞれ半透過膜（反射膜）と、電極とが設けられている。また、これらの基板の一方には変形可能なダイアフラムが設けられ、前記電極間に電圧を印加することにより、半透過膜間の距離を変化させることが可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-162516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、上記特許文献1のような波長可変干渉フィルターでは、空気中に存在する帯電物質の半透過膜への付着や電磁波等の影響により半透過膜が帯電した場合、半透過膜間にクーロン力が作用し、当該半透過膜間の距離の制御が困難となるという課題がある。

【0006】

本発明は、上記のような課題に鑑みて、反射膜の帯電を防止可能な波長可変干渉フィルター、光学フィルターデバイス、光学モジュール、及び電子機器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】

【0007】

本発明の一態様の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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、前記第一基板に設けられた第一電極と、を備え、前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を含む領域に設けられ、前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続され、前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域の外に、駆動用電極が配置され、前記第一電極は、さらに、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域と、を含む領域に設けられ、前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記駆動用電極対向領域に設けられた前記第一電極を含むことを特徴とする。

上記の本発明に係る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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、前記第一基板に設けられ、接地された第一電極と、を備え、前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を覆って設けられ、前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反

10

20

30

40

50

射膜は、前記第一電極に電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0008】

本発明では、第一反射膜は、接地された第一電極上に積層されて形成されている。また、第二基板に設けられた第二反射膜も、この第一電極に接続されている。これにより、第一反射膜及び第二反射膜に電荷が保持されることがなく、第一反射膜や第二反射膜への帯電物質の接近をも抑制できる。

さらに、第一反射膜及び第二反射膜は、第一電極を介して電氣的に接続され、同電位に維持されている。このため、第一反射膜及び第二反射膜に帯電物質が付着した場合であっても、反射膜間ギャップにクーロン力が作用することがなく、当該クーロン力による反射膜間ギャップの変動を防止できる。これにより、ギャップ変更部により、反射膜間ギャップを変動させる際に、クーロン力の影響を除外でき、精度の高い反射膜間ギャップの調整を実施できる。

10

さらには、接地された第一電極が第一反射膜の設けられる領域を覆って形成されているので、外部からの電磁波を受けた場合でも、当該第一電極が電磁波に対するシールドとして機能する。つまり、電磁波による第一反射膜に帯電や帯磁等の発生を防止でき、反射膜間ギャップの変動を防止することができる。

以上より、本発明の波長可変干渉フィルターでは、第一反射膜や第二反射膜における帯電を防止でき、当該波長可変干渉フィルターにより光を分光させる際に、反射膜間ギャップを所望の設定値に容易に設定することができ、かつ、電磁波等の影響を除外できるため、その反射膜間ギャップを良好に維持できる。

20

【0009】

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と重なる位置に第二電極が設けられ、前記第二反射膜は、前記第二電極を介して前記第二基板に設けられ、前記第一電極は、前記第二電極に電氣的に接続されていることが好ましい。

【0010】

本発明では、第二反射膜は、第二電極を介して第二基板に設けられ、この第二電極は、第一電極に電氣的に接続され、接地されている。

このような構成では、第二基板側から電磁波が侵入した場合でも、電磁波の影響による第二反射膜の帯電や帯磁を防止できる。このため、より確実に、第一反射膜及び第二反射膜間におけるクーロン力の発生を防止できる。これにより、ギャップ変更部による反射膜間ギャップの調整をより精度よく実施することができる。

30

【0011】

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記第一基板は、形状変化が発生しない固定基板であり、前記第二基板は、前記第二反射膜が設けられた可動部と、前記可動部を保持する保持部と、を備え、前記保持部の形状変化により前記可動部が前記第一基板に対して進退可能となる可動基板であり、前記ギャップ変更部は、前記可動部を前記第一基板に対して進退させることで、前記反射膜間ギャップを変動させることが好ましい。

【0012】

本発明では、ギャップ変更部により反射膜間ギャップを変化させる場合、固定基板である第一基板には形状変化が生じない。一方、固定基板である第二基板は、保持部が形状変化して撓むことで、可動部が変位し、反射膜間ギャップが変化する。

40

このような第二基板では、例えば厚み寸法を小さくするなど、変形しやすい形状に形成されている。このため、第二基板上の広範囲に電極等の膜部材を設けると、膜応力により撓みが生じるおそれがあり、この場合、第二反射膜にも撓みが発生するおそれがある。

これに対して、本発明では、形状変化がない第一基板に第一電極が設けられる構成であるため、第一電極により第一基板が撓むことがなく、第一反射膜に撓みが生じることもない。したがって、第一反射膜及び第二反射膜を平行に維持することができ、波長可変干渉フィルターにおける分解能の低下を防止することができる。

【0013】

50

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記第一電極は、透光性を有することが好ましい。

ここで、透光性とは、波長可変干渉フィルターの光干渉により取り出したい対象波長域の光を透過することを指す。例えば、対象波長域が可視光域の場合、第一電極は、可視光を透過可能であればよい。

波長可変干渉フィルターとしては、第一基板又は第二基板から入射した光を第一反射膜及び第二反射膜間で多重干渉させた後、多重干渉により取り出された光を反対側の基板側に透過させる透過タイプと、多重干渉により取り出された光を、光が入射した方向に反射させる反射タイプとがある。ここで、第一電極が非透光性である場合は、後者の反射タイプにしか用いることができない。これに対して、本発明では、第一電極が透光性を有するため、波長可変干渉フィルターを、透過タイプと反射タイプの双方に対応させることができ、利用の拡大を図ることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域外に、駆動用電極を備え、前記第一電極は、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域から、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域までを覆って設けられ、前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記第一電極の前記駆動用電極対向領域により構成されることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

この発明では、ギャップ変更部を静電アクチュエーターとして駆動させることができる。つまり、ギャップ変更部は、駆動用電極及び第一電極により構成され、これらの間に電圧を印加することで静電引力を発生させ、反射膜間ギャップを電圧の大きさに応じた所定値に変化させる。ここで、第一電極は、接地されているため、駆動用電極の電位を、所望の反射膜間ギャップに対応した電位に設定するだけで、駆動用電極と第一電極との間に電位差が生じさせることができ、反射膜間ギャップの制御が容易となる。

【 0 0 1 6 】

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記駆動用電極は、内側駆動用電極と、この内側駆動用電極よりも前記光干渉領域から遠ざかる位置に設けられた外側駆動用電極と、を備えることが好ましい。

本発明では、前述の駆動用電極は、光干渉領域を中心として、内側駆動用電極、及び外側駆動用電極が配置される。このような構成では、内側駆動用電極及び外側駆動用電極の電位をそれぞれ異なる値に設定することができる。このため、反射膜間ギャップを精度よく微小変化させることが可能となり、波長可変干渉フィルターにより取り出したい目的波長の光を、精度よく取り出すことができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記駆動用電極と前記第一電極の前記駆動用電極対向領域との間の電極間ギャップの寸法は、前記反射膜間ギャップの寸法よりも大きいことが好ましい。

本発明では、電極間ギャップは、反射膜間ギャップよりも大きい。このような構成では、反射膜間ギャップをより大きい変動範囲で変化させることができ、波長可変干渉フィルターにより取り出すことが可能な波長域を広帯域化することができる。

また、一般に電極間に作用する静電引力は、距離の二乗に反比例するため、電極間ギャップが小さくなると、静電引力の制御が困難となり、反射膜間ギャップの調整が困難となる。これに対して、本発明では、電極間ギャップが反射膜間ギャップよりも大きく形成されるため、静電引力の制御が容易であり、反射膜間ギャップを精度よく所望の値に設定することができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記第一電極は、前記内側駆動用電極に対向する内側駆動用電極対向領域と、前記外側駆動用電極に対向する外側駆動用電極対向領域と

を備え、前記外側駆動用電極と前記外側駆動用電極対向領域との間の外側電極間ギャップの寸法は、前記内側駆動用電極と前記内側駆動用電極対向領域との間の内側電極間ギャップの寸法よりも小さく、かつ前記反射膜間ギャップの寸法よりも大きいことが好ましい。

【0019】

本発明では、第一基板及び第二基板の間において、「反射膜間ギャップ」<「外側電極間ギャップ」<「内側電極間ギャップ」の関係が成り立っている。

これは、反射膜間ギャップを変更する際に、基板の位置により撓みやすさが変わるためである。例えば、光干渉領域が第一基板及び第二基板の基板中心部にあり、第一基板及び第二基板の外周部が互いに接合されている波長可変干渉フィルタで、第二基板を第一基板側に撓ませる場合、第二基板の中心部から遠く、接合部分に近いほど、第二基板を撓ませるために大きい力が必要となる。これに対して、本発明では、内側電極間ギャップよりも、光干渉領域からの距離が遠い外側電極間ギャップのギャップ寸法が小さく形成される。したがって、外側電極間ギャップでは、外側駆動用電極及び第一電極間に電圧を印加した場合に、例えば内側駆動用電極及び第一電極間に同一の電圧を印加した場合に比べて、より大きい静電引力を作用させることができる。これにより、より小さい電圧により反射膜間ギャップを変化させることが可能となり、波長可変干渉フィルタの省電力化を図ることが可能となる。

【0020】

本発明の一態様の光学フィルタデバイスは、第一基板、前記第一基板に対向する第二基板、前記第一基板に設けられた第一反射膜、前記第二基板に設けられ、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部、及び、前記第一基板に設けられた第一電極を備えた波長可変干渉フィルタと、前記波長可変干渉フィルタを収納する筐体と、を備え、前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を含む領域に設けられ、前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続され、前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域の外に、駆動用電極が配置され、前記第一電極は、さらに、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域と、を含む領域に設けられ、前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記駆動用電極対向領域に設けられた前記第一電極を含むことを特徴とする。

上記の本発明に係る光学フィルタデバイスは、第一基板、前記第一基板に対向する第二基板、前記第一基板に設けられた第一反射膜、前記第二基板に設けられ、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部、及び、前記第一基板に設けられ、接地された第一電極を備えた波長可変干渉フィルタと、前記波長可変干渉フィルタを収納する筐体と、を備え、前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を覆って設けられ、前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続されたことを特徴とする。

【0021】

本発明では、上述した発明と同様に、第一反射膜は、接地された第一電極上に積層されて形成され、第二基板に設けられた第二反射膜も、この第一電極に接続されている。これにより、第一反射膜及び第二反射膜に電荷が保持されることがなく、第一反射膜や第二反射膜への帯電物質の接近をも抑制できる。また、第一反射膜及び第二反射膜が同電位に維持されるため、第一反射膜及び第二反射膜に帯電物質が付着した場合であっても、反射膜間ギャップにクーロン力が作用することがなく、反射膜間ギャップの変動を防止できる。さらに、接地された第一電極が第一反射膜の設けられる領域を覆って形成されているので、外部からの電磁波に対するシールド効果が得られ、例えば波長可変干渉フィルタを駆

動している際に、電磁波の影響により反射膜間ギャップが変動するなどの不都合をも回避することができる。

また、波長可変干渉フィルターが筐体内に収納されているため、外部からの衝撃が波長可変干渉フィルターに伝わりにくく、破損を防止することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の一態様の光学モジュールは、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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、前記第一基板に設けられた第一電極と、前記第一反射膜及び前記第二反射膜により取り出された光を検出する検出部と、を備え、前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を含む領域に設けられ、前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続され、前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域の外に、駆動用電極が配置され、前記第一電極は、さらに、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域と、を含む領域に設けられ、前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記駆動用電極対向領域に設けられた前記第一電極を含むことを特徴とする。

10

上記の本発明に係る光学モジュールは、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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、前記第一基板に設けられ、接地された第一電極と、前記第一反射膜及び前記第二反射膜により取り出された光を検出する検出部と、を備え、前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を覆って設けられ、前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続されていることを特徴とする。

20

【 0 0 2 3 】

本発明では、上述した発明と同様に、第一反射膜は、接地された第一電極上に積層されて形成され、第二基板に設けられた第二反射膜も、この第一電極に接続されている。これにより、第一反射膜及び第二反射膜に電荷が保持されることがなく、第一反射膜や第二反射膜への帯電物質の接近をも抑制できる。また、第一反射膜及び第二反射膜が同電位に維持されるため、第一反射膜及び第二反射膜に帯電物質が付着した場合であっても、反射膜間ギャップにクーロン力が作用することがなく、反射膜間ギャップの変動を防止できる。さらに、接地された第一電極が第一反射膜の設けられる領域を覆って形成されているので、外部からの電磁波に対するシールド効果が得られ、例えば波長可変干渉フィルターを駆動している際に、電磁波の影響により反射膜間ギャップが変動するなどの不都合をも回避することができる。

30

また、第一反射膜及び第二反射膜間に帯電によるクーロン力が作用しないため、ギャップ変更部により精度よく反射膜間ギャップを設定することができ、所望の目的波長の光を波長可変干渉フィルターから取り出すことができる。したがって、検出部においてその光の光量を検出することで、目的波長の正確な光量を精度よく検出することができる。

40

【 0 0 2 4 】

本発明の一態様の電子機器は、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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、前記第一基板に設けられた第一電極と、を備え、前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を含む領域に設けられ、前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反射膜は、前記第一電極に

50

電氣的に接続され、前記第二基板には、前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域の外に、駆動用電極が配置され、前記第一電極は、さらに、前記第一基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記光干渉領域と、前記駆動用電極に対向する駆動用電極対向領域と、を含む領域に設けられ、前記ギャップ変更部は、前記駆動用電極、及び前記駆動用電極対向領域に設けられた前記第一電極を含むことを特徴とする。

上記の本発明に係る電子機器では、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、前記第一反射膜と反射膜間ギャップを介して対向する第二反射膜と、前記反射膜間ギャップを変化させるギャップ変更部と、前記第一基板に設けられ、接地された第一電極と、を備え、前記第一電極は、前記第一基板及び前記第二基板を基板厚み方向から見た平面視において、前記第一反射膜及び前記第二反射膜が互いに対向して設けられた光干渉領域を覆って設けられ、前記第一反射膜は、前記第一電極を介して前記第一基板に設けられ、前記第二反射膜は、前記第一電極に電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0025】

本発明では、上述した発明と同様に、第一反射膜は、接地された第一電極上に積層されて形成され、第二基板に設けられた第二反射膜も、この第一電極に接続されている。これにより、第一反射膜及び第二反射膜に電荷が保持されることがなく、第一反射膜や第二反射膜への帯電物質の接近をも抑制できる。また、第一反射膜及び第二反射膜が同電位に維持されるため、第一反射膜及び第二反射膜に帯電物質が付着した場合であっても、反射膜間ギャップにクーロン力が作用することがなく、反射膜間ギャップの変動を防止できる。さらに、接地された第一電極が第一反射膜の設けられる領域を覆って形成されているので、外部からの電磁波に対するシールド効果が得られ、例えば波長可変干渉フィルタを駆動している際に、電磁波の影響により反射膜間ギャップが変動するなどの不都合をも回避することができる。

したがって、電子機器において、例えば、第一反射膜及び第二反射膜による光干渉により取り出された目的波長の光を検出し、その光量に基づいて、各種処理を実施する場合、目的波長の光の光量を正確に検出することができるため、各種処理の処理精度も向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明に係る第一実施形態の測色装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】第一実施形態の波長可変干渉フィルタ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の固定基板を可動基板側から見た平面図。

【図5】第一実施形態の波長可変干渉フィルタの可動基板を固定基板側から見た平面図。

【図6】第二実施形態の波長可変干渉フィルタの概略構成を示す断面図。

【図7】第三実施形態の波長可変干渉フィルタの概略構成を示す断面図。

【図8】第四実施形態の波長可変干渉フィルタの概略構成を示す断面図。

【図9】第五実施形態に係る光学フィルタデバイスの概略構成を示す断面図。

【図10】他の実施形態における波長可変干渉フィルタを備えたガス検出装置を示す概略図。

【図11】図10のガス検出装置の制御系の構成を示すブロック図。

【図12】他の実施形態における波長可変干渉フィルタを備えた食物分析装置の概略構成を示す図。

【図13】他の実施形態における分光カメラの概略構成を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明に係る一実施形態を図面に基づいて説明する。

〔１．測色装置の概略構成〕

図１は、本実施形態の測色装置１（電子機器）の概略構成を示すブロック図である。

測色装置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、測色センサー３（光学モジュール）と、測色装置１の全体動作を制御する制御装置４とを備える。そして、この測色装置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測色センサー３にて受光し、測色センサー３から出力される検出信号に基づいて、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装置である。

【００２８】

10

〔２．光源装置の構成〕

光源装置２は、光源２１、複数のレンズ２２（図１には１つのみ記載）を備え、検査対象Ａに対して白色光を射出する。また、複数のレンズ２２には、コリメーターレンズが含まれてもよく、この場合、光源装置２は、光源２１から射出された白色光をコリメーターレンズにより平行光とし、図示しない投射レンズから検査対象Ａに向かって射出する。なお、本実施形態では、光源装置２を備える測色装置１を例示するが、例えば検査対象Ａが液晶パネルなどの発光部材である場合、光源装置２が設けられない構成としてもよい。

【００２９】

〔３．測色センサーの構成〕

測色センサー３は、図１に示すように、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３１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部３２とを備える。また、測色センサー３は、波長可変干渉フィルター５に対向する位置に、検査対象Ａで反射された反射光（検査対象光）を、内部に導光する図示しない入射光学レンズを備えている。そして、この測色センサー３は、波長可変干渉フィルター５により、入射光学レンズから入射した検査対象光のうち、所定波長の光を分光し、分光した光を検出部３１にて受光する。

20

検出部３１は、複数の光電交換素子により構成されており、受光量に応じた電気信号を生成する。そして、検出部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。

【００３０】

30

（３－１．波長可変干渉フィルターの構成）

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り、図３は、波長可変干渉フィルター５の概略構成を示す断面図である。

波長可変干渉フィルター５は、図２に示すように、例えば平面正形状の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、本発明の第二基板である固定基板５１、および本発明の第一基板である可動基板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、外周部近傍に形成される第一接合部５２３、第二接合部５１３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により接合されることで、一体的に構成されている。

40

【００３１】

固定基板５１には、本発明の第二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、本発明の第一反射膜を構成する可動反射膜５５が設けられている。ここで、固定反射膜５４は、固定基板５１の可動基板５２に対向する面に、本発明の第二電極である帯電防止電極５６１を介して設けられる。また、可動反射膜５５は、可動基板５２の固定基板５１に対向する面に、本発明の第一電極である可動電極５６２を介して固定されている。また、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を介して対向配置されている。

50

波長可変干渉フィルター 5 には、固定反射膜 5 4 および可動反射膜 5 5 の間の反射膜間ギャップ G 1 の寸法を調整するのに用いられる静電アクチュエーター 5 6 が設けられている。この静電アクチュエーター 5 6 は、固定基板 5 1 に設けられた固定内側電極 5 6 3 (本発明の内側駆動用電極)と、固定外側電極 5 6 4 (本発明の外側駆動用電極)と、前述の可動電極 5 6 2 とにより構成されている。ここで、これらの電極 5 6 1, 5 6 2, 5 6 3, 5 6 4 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つてもよく、他の膜部材を介して設けられる構成であつてもよい。

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。ここで、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する。

【0032】

(3-1-1. 固定基板の構成)

図 4 は、第一実施形態の固定基板を可動基板側から見た平面視である。

固定基板 5 1 は、厚みが例えば 500 μm に形成されるガラス基材を加工することで形成される。具体的には、図 3、図 4 に示すように、固定基板 5 1 には、エッチングにより電極配置溝 5 1 1 が形成されている。

また、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、帯電防止電極 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、帯電防止電極 5 6 1, 固定内側電極 5 6 3, 固定外側電極 5 6 4 の内部応力による固定基板 5 1 の撓みはない。

【0033】

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 を中心とした円形状に形成されている。ここで、電極配置溝 5 1 1 の溝底面は、帯電防止電極 5 6 1, 固定内側電極 5 6 3, 固定外側電極 5 6 4 が配置される電極固定面 5 1 1 A となる。

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 の外周縁の各頂点 C 1, C 2, C 3 に向かって延出する 3 つの電極引出溝 5 1 1 B が設けられている。

【0034】

電極固定面 5 1 1 A には、平面中心点 O を中心とした半径 R 1 の光干渉領域 A r 1 を含む円領域に帯電防止電極 5 6 1 (本発明の第二電極) が形成されている。ここで、光干渉領域 A r 1 とは、波長可変干渉フィルター 5 に光を入射させた際に、光の多重干渉により目的波長の光が取り出される領域である。具体的には、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 が互いに対向している領域 (フィルター平面視において、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 が重なり合う領域) である。

なお、本実施形態では、帯電防止電極 5 6 1 が円形状の光干渉領域 A r 1 に設けられる構成としたが、円形状の外周部の一部が欠ける構成などであつてもよく、さらには、円形に限られず矩形状に形成されるものであつてもよい。

また、電極固定面 5 1 1 A 及び固定基板 5 1 の頂点 C 1 に向かう電極引出溝 5 1 1 B 上には、帯電防止電極 5 6 1 の外周縁から延出する帯電防止引出電極 5 6 1 A が設けられている。この帯電防止引出電極 5 6 1 A は、帯電防止電極 5 6 1 の外周縁から、固定基板 5 1 の頂点 C 1 まで延出形成され、その先端部 (固定基板 5 1 の頂点 C 1 に位置する部分) が、電圧制御部 3 2 に接続される帯電防止電極パッド 5 6 1 P を構成する。

【0035】

また、電極固定面 5 1 1 A には、固定内側電極 5 6 3 が形成されている。固定内側電極 5 6 3 は、帯電防止電極 5 6 1 の外周側に、帯電防止電極 5 6 1 や帯電防止引出電極 5 6 1 A と非接触に形成されている。この固定内側電極 5 6 3 は、平面中心点 O を中心として半径 R 2 ~ R 3 の円環領域内に略 C 字状に設けられている。そして、この固定内側電極 5 6 3 の C 字開口部分は、平面中心点 O から頂点 C 1 に向かう方向に形成され、当該 C 字開

10

20

30

40

50

口部分に、上記帯電防止引出電極 5 6 1 A が配線される。

また、電極固定面 5 1 1 A 及び固定基板 5 1 の頂点 C 2 に向かう電極引出溝 5 1 1 B 上には、固定内側引出電極 5 6 3 A が設けられている。この固定内側引出電極 5 6 3 A は、固定内側電極 5 6 3 の C 字開口端部から、径外方向に電極配置溝 5 1 1 の外周縁まで延出し、そこから電極配置溝 5 1 1 の外周縁に沿って、頂点 C 2 に対応した電極引出溝 5 1 1 B まで延出し、更に電極引出溝 5 1 1 B に沿って頂点 C 2 まで延出する。この固定内側引出電極 5 6 3 A の先端部（固定基板 5 1 の頂点 C 2 に位置する部分）は、電圧制御部 3 2 に接続される固定内側電極パッド 5 6 3 P を構成する。

【 0 0 3 6 】

更に、電極固定面 5 1 1 A には、固定外側電極 5 6 4 が形成されている。固定外側電極 5 6 4 は、固定内側電極 5 6 3 の外周側に、固定内側電極 5 6 3 , 固定内側引出電極 5 6 3 A , 帯電防止引出電極 5 6 1 A と非接触に形成されている。この固定外側電極 5 6 4 は、平面中心点 O を中心とした半径 R 4 ~ R 5 の円環領域に略 C 字状に設けられ、この C 字開口部分に、上記帯電防止引出電極 5 6 1 A 及び固定内側引出電極 5 6 3 A が配線される。

10

また、電極固定面 5 1 1 A 及び固定基板 5 1 の頂点 C 3 に向かう電極引出溝 5 1 1 B 上には、固定外側引出電極 5 6 4 A が設けられている。この固定外側引出電極 5 6 4 A は、固定外側電極 5 6 4 の外周縁から、固定基板 5 1 の頂点 C 3 まで延出形成されている。また、固定外側引出電極 5 6 4 A の先端部（固定基板 5 1 の頂点 C 3 に位置する部分）は、電圧制御部 3 2 に接続される固定外側電極パッド 5 6 4 P を構成する。

20

【 0 0 3 7 】

ここで、帯電防止電極 5 6 1（帯電防止引出電極 5 6 1 A）は、透光性の導電膜（例えば I T O : Indium Tin Oxide）により形成されており、波長可変干渉フィルター 5 に導入された光や、固定反射膜 5 4 , 可動反射膜 5 5 間で多重干渉により取り出された光を透過させる。なお、本実施形態では、検査対象 A の測色を実施するため、可視光域を検査対象波長域としているが、例えば、赤外光等、可視光以外を検査対象光とする場合は、その検査対象光を透過可能な導電膜を用いる。

また、固定内側電極 5 6 3（固定内側引出電極 5 6 3 A）, 固定外側電極 5 6 4（固定外側引出電極 5 6 4 A）は、上記帯電防止電極 5 6 1 と同様の導電膜により構成されることが好ましい。帯電防止電極 5 6 1、固定内側電極 5 6 3、及び固定外側電極 5 6 4 が同一の導電膜である場合、配線形成時に、一工程でこれらの帯電防止電極 5 6 1 , 固定内側電極 5 6 3 , 固定外側電極 5 6 4 を形成することができ、製造効率の向上を図ることができる。なお、本実施形態では、各電極 5 6 1 , 5 6 3 , 5 6 4 が同一の導電膜材料により構成される例を示すが、例えば固定内側電極 5 6 3 及び固定外側電極 5 6 4 を、帯電防止電極 5 6 1 と異なる導電膜により構成してもよく、固定内側電極 5 6 3 及び固定外側電極 5 6 4 が異なる導電膜であってもよい。

30

【 0 0 3 8 】

そして、帯電防止電極 5 6 1 上には、光干渉領域 A r 1 に円形の固定反射膜 5 4 が設けられている。

この固定反射膜 5 4 としては、金属膜により形成されるものであってもよく、誘電体多層膜により形成されるものであってもよく、さらには、誘電多層膜上に A g 合金が形成される構成などとしてもよい。金属単層膜としては、例えば A g や、A g 合金の単層膜を用いることができる。また、誘電体多層膜の場合は、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ることができ、表層を A g 合金等の導電性の反射膜で覆うことで、確実に帯電防止電極 5 6 1 との導通を取る構成としてもよい。

40

【 0 0 3 9 】

また、固定基板 5 1 には、可動基板 5 2 とは反対側の面において、固定反射膜 5 4 に対応する位置に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、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ことができる。

50

【 0 0 4 0 】

(3 - 1 - 2 . 可動基板の構成)

図 5 は、第一実施形態の可動基板を固定基板側から見た平面視である。

可動基板 5 2 は、厚みが例えば 2 0 0 μ m に形成される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ている。

具体的には、可動基板 5 2 は、図 2、図 5 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、を備えている。

また、可動基板 5 2 には、図 2、図 5 に示すように、頂点 C 1 , C 2 , C 3 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 側から見た面に、帯電防止電極パッド 5 6 1 P , 固定内側電極パッド 5 6 3 P , 固定外側電極パッド 5 6 4 P が露出する。

10

【 0 0 4 1 】

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である 2 0 0 μ m 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、少なくとも固定外側電極 5 6 4 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。つまり、可動部 5 2 1 は、フィルター平面視において、半径 R 5 以上の円形状に形成されている。

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。

20

【 0 0 4 2 】

そして、可動部 5 2 1 の固定基板 5 1 に対向する可動面 5 2 1 A には、固定内側電極 5 6 3 や固定外側電極 5 6 4 と、電極間ギャップ G 2 を介して対向する可動電極 5 6 2 が設けられている。

この可動電極 5 6 2 は、第二基板の光干渉領域 A r 1 を含む可動面 5 2 1 A の全面に亘って設けられている。つまり、可動電極 5 6 2 は、可動面 5 2 1 A 上で、平面中心点 O を中心とした半径 R 5 の円形領域内に設けられている。可動電極 5 6 2 は、帯電防止電極 5 6 1 と同様に、例えば I T O 等の透光性の導電膜により形成されている。なお、本発明において、可動電極 5 6 2 が可動面 5 2 1 A の全面に亘って設けられるとは、可動電極 5 6 2 が可動面 5 2 1 A の略全面に亘って設けられる構成をも含むものである。すなわち、本発明の目的を達成することが可能な範囲であれば、僅かな誤差は含まれるものである。具体的には、可動電極 5 6 2 は、平面中心点 O からの半径が、少なくとも固定外側電極 5 6 4 の外周縁の半径 R 5 以上、可動面の外周縁の半径以下に形成されていればよい。

30

【 0 0 4 3 】

また、可動基板 5 2 には、可動電極 5 6 2 の外周縁から延出する可動引出電極 5 6 2 A が設けられている。この可動引出電極 5 6 2 A 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。そして、この可動引出電極 5 6 2 A の先端部は、頂点 C 1 において、帯電防止電極パッド 5 6 1 P と対向し、例えば A g ペースト等の導電性部材 5 6 2 B を介して、帯電防止電極パッド 5 6 1 P に接続される。ここで、この帯電防止電極パッド 5 6 1 P は、電圧制御部 3 2 により G N D 回路に接続されており、接地されている。したがって、可動電極 5 6 2 及び帯電防止電極 5 6 1 は、0 電位に維持されている。

40

【 0 0 4 4 】

そして、フィルター平面視において、可動電極 5 6 2 は、固定内側電極 5 6 3 に対向する内側駆動用電極対向領域 5 6 2 1 及び、固定外側電極 5 6 4 に対向する外側駆動用電極対向領域 5 6 2 2 を有している。したがって、固定内側電極 5 6 3 及び固定外側電極 5 6 4 の電位を所定値に設定することで、固定内側電極 5 6 3 及び内側駆動用電極対向領域 5 6 2 1 間、固定外側電極 5 6 4 及び内側駆動用電極対向領域 5 6 2 1 間にそれぞれ電位差

50

が生じ、静電引力が発生する。すなわち、可動電極 5 6 2 , 固定内側電極 5 6 3 , 固定外側電極 5 6 4 により本発明のギャップ変更部である静電アクチュエーター 5 6 が構成される。

【 0 0 4 5 】

また、可動電極 5 6 2 のうち、フィルター平面視において、光干渉領域 A r 1 と重なる位置には、可動反射膜 5 5 が設けられている。この可動反射膜 5 5 は、上述した固定反射膜 5 4 と同一の構成、同一径寸法の反射膜が用いられている。

【 0 0 4 6 】

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、例えば厚み寸法が 5 0 μ m に形成され、可動部 5 2 1 よりも厚み方向に対する剛性が小さく形成されている。

このため、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固定基板 5 1 側に撓ませることが可能となる。この際、可動部 5 2 1 は、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、静電引力により可動基板 5 2 を撓ませる力が作用した場合でも、可動部 5 2 1 の撓みはほぼなく、可動部 5 2 1 に形成された可動反射膜 5 5 の撓みも防止できる。

なお、本実施形態では、ダイアフラム状の保持部 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 4 7 】

(3 - 2 . 電圧制御手段の構成)

電圧制御部 3 2 は、GND 回路を有し、帯電防止電極パッド 5 6 1 P を接地している。これにより、上述したように、帯電防止電極パッド 5 6 1 P に接続された帯電防止電極 5 6 1 , 可動電極 5 6 2 は 0 電位に維持される。また、電圧制御部 3 2 は、固定内側電極パッド 5 6 3 P , 固定外側電極パッド 5 6 4 P に接続され、制御装置 4 からの入力される制御信号に基づいて、これらの固定内側電極パッド 5 6 3 P 及び固定外側電極パッド 5 6 4 P を所定の電位に設定し、静電アクチュエーター 5 6 に電圧を印加して駆動させる。

【 0 0 4 8 】

[4 . 制御装置の構成]

制御装置 4 は、測色装置 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や、携帯情報端末、その他、測色専用コンピュータ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、測色センサー制御部 4 2、および本発明の分析処理部を構成する測色処理部 4 3などを備えて構成されている。

光源制御部 4 1 は、光源装置 2 に接続されている。そして、光源制御部 4 1 は、例えば利用者の設定入力に基づいて、光源装置 2 に所定の制御信号を出力し、光源装置 2 から所定の明るさの白色光を射出させる。

測色センサー制御部 4 2 は、測色センサー 3 に接続されている。そして、測色センサー制御部 4 2 は、例えば利用者の設定入力に基づいて、測色センサー 3 にて受光させる光の波長を設定し、この波長の光の受光量を検出する旨の制御信号を測色センサー 3 に出力する。これにより、測色センサー 3 の電圧制御部 3 2 は、制御信号に基づいて、利用者が所望する光の波長のみを透過させるよう、静電アクチュエーター 5 6 への印加電圧を設定する。

測色処理部 4 3 は、検出部 3 1 により検出された受光量から、検査対象 A の色度を分析する。

【 0 0 4 9 】

[5 . 実施形態の作用効果]

本実施形態の波長可変干渉フィルター 5 では、可動基板 5 2 の可動面 5 2 1 A の全面に可動電極 5 6 2 が設けられ、この可動電極 5 6 2 上に可動反射膜 5 5 が設けられている。また、固定基板 5 1 の電極配置溝 5 1 1 には、帯電防止電極 5 6 1 が設けられ、この帯電防止電極 5 6 1 上に固定反射膜 5 4 が設けられている。そして、可動電極 5 6 2 及び帯電

10

20

30

40

50

防止電極 561 は、導電部材により電氣的に接続され、かつ、電圧制御部 32 の GND 回路により接地されている。

このため、固定反射膜 54 及び可動反射膜 55 が 0 電位に維持され、固定反射膜 54 や可動反射膜 55 への帯電物質の付着を防止することができる。また、固定反射膜 54 及び可動反射膜 55 が同電位となる。このため、固定反射膜 54 及び可動反射膜 55 間での静電引力等のクーロン力の発生がなく、静電アクチュエーター 56 により精度よく反射膜間ギャップ G1 の寸法を所望の値に変化させることができる。

また、フィルター平面視において、可動電極 562 が可動部 521 の全面に設けられ、かつ接地されているため、シールド効果を得ることができ、電磁波の影響を抑制することができる。すなわち、電磁波により、固定内側電極 563 や固定外側電極 564 に設定された電位が変動することで、本来波長可変干渉フィルター 5 を透過させた目的波長以外のノイズ成分の光が当該波長可変干渉フィルター 5 を透過してしまう不都合を抑制できる。したがって、測色センサー 3 において精度の高い目的波長の光の光量検出を実施することができ、測色装置 1 において、検査対象 A の正確に色度を測定することができる。

さらに、本実施形態の波長可変干渉フィルター 5 では、固定基板 51 の固定反射膜 54 と重なる光干渉領域 Ar1 に帯電防止電極 561 が設けられることで、上述のシールド効果をより効果的に発揮させることができ、電磁波の影響をより確実になくすことができる。

【0050】

また、可動電極 562 及び帯電防止電極 561 は、透光性の導電膜である ITO により形成されている。このため、波長可変干渉フィルター 5 に入射する光、波長可変干渉フィルター 5 により取り出された光を透過させることができる。

【0051】

そして、可動電極 562 は、可動部 521 の全面を覆って設けられ、固定基板 51 に設けられた固定内側電極 563 に対向する内側駆動用電極対向領域 5621、固定外側電極 564 に対向する外側駆動用電極対向領域 5622 を有する。

このため、可動基板 52 に固定内側電極 563 や固定外側電極 564 と対向する別電極を形成する必要がなく、可動電極 562、固定内側電極 563、及び固定外側電極 564 により静電アクチュエーター 56 を構成することができる。したがって、配線構造を簡略化することができ、波長可変干渉フィルター 5 を測色センサー 3 に組み込む際の配線作業等を簡略化することができる。

また、固定内側電極 563 及び固定外側電極 564 に対してそれぞれ別の電位を設定することができ、固定内側電極 563 及び内側駆動用電極対向領域 5621 で発生させる静電引力、固定外側電極 564 及び外側駆動用電極対向領域 5622 で発生させる静電引力を異ならせることができる。したがって、可動部 521 の変位量をより精密に制御することができる。

【0052】

[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。

上記第一実施形態では、固定基板 51 に対して光干渉領域 Ar1 に帯電防止電極 561 を設け、この帯電防止電極 561 上に固定反射膜 54 を設ける例を示した。これに対して、本実施形態では、第二基板である固定基板に対して、直接第二反射膜である固定反射膜が設けられ、当該固定反射膜が、第一電極である可動電極に導通される点で、上記第一実施形態と相違する。

つまり、反射膜として、例えば Ag 合金等の導電性の反射膜を用いる場合、必ずしも第二電極である固定側帯電防止電極を設ける必要はなく、第二反射膜が第一電極に導通していれば、本発明の目的と達成することができる。本実施形態では、このような例について以下に説明する。

【0053】

図 6 は、第二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である。

10

20

30

40

50

なお、第二実施液体以降の説明に当たり、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。

図6において、波長可変干渉フィルター5Aは、第一実施形態の波長可変干渉フィルター5と同様に、固定基板51及び可動基板52を備えている。

そして、本実施形態の固定基板51は、フィルター平面視において、光干渉領域Ar1と重なる位置に、電極固定面511A上に直接、導電性の固定反射膜54が設けられている。ここで固定反射膜54としては、導電性を有していれば、いかなる反射膜を用いてもよく、例えば、Ag等の金属膜や、Ag合金等の合金膜を用いることができる。

【0054】

また、図示は省略するが、固定基板51には、この固定反射膜54の外周縁から延出する帯電防止引出電極（図示略）が設けられている。この帯電防止引出電極は、第一実施形態と同様に、固定反射膜54から、固定基板51の頂点C1（図2参照）に向かって延出し、先端部において、帯電防止電極パッドを構成する。また、帯電防止電極パッドは、頂点C1近傍において、可動基板52に設けられた可動引出電極562Aに、例えばAgペースト等の導電性部材で接続される。これにより、可動電極562と固定反射膜54とが電氣的に導通される。

また、第一実施形態と同様に、帯電防止電極パッドは、電圧制御部32に接続され、電圧制御部32に設けられたGND回路により接地されている。

【0055】

上述のような第二実施形態では、第一実施形態と同様の効果が得られる。

すなわち、第二実施形態の波長可変干渉フィルター5Aでは、可動基板52の可動面521Aの全面に可動電極562が設けられ、この可動電極562上に可動反射膜55が設けられ、可動電極562が固定基板51に設けられる固定反射膜54と電氣的に接続される。そして、可動電極562及び固定反射膜54は、導電部材により電氣的に接続され、かつ、電圧制御部32のGND回路により接地されている。

このため、固定反射膜54及び可動反射膜55が0電位に維持され、固定反射膜54や可動反射膜55への帯電物質の付着を防止することができ、固定反射膜54及び可動反射膜55間での静電引力等のクーロン力の発生を防止できる。これにより、静電アクチュエーター56により精度よく反射膜間ギャップG1の寸法を所望の値に変化させることができる。

また、フィルター平面視において、可動電極562が可動部521の全面に設けられ、かつ接地されているため、シールド効果を得ることができ、電磁波の影響を抑制することができる。

【0056】

また、本実施形態では、固定基板51上に帯電防止電極561が設けられないため、その分構成を簡略化することができ、製造コストも低減させることができ、製造効率性も向上させることができる。

【0057】

〔第三実施形態〕

次に、本発明の第三実施形態について、図面に基づいて説明する。

上記第一及び第二実施形態では、本発明の第一基板を可動基板52とし、可動基板52の可動部521の全面に亘って第一電極である可動電極562を設ける構成とした。これに対して、第三実施形態では、本発明の第一基板を固定基板とし、固定基板に第一電極である固定電極を設ける点で上記第一及び第二実施形態と相違する。

図7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断面図である。

【0058】

第三実施形態の波長可変干渉フィルター5Bでは、本発明の第一基板を構成する固定基板51と、本発明の第二基板を構成する可動基板52と、を備えている。

可動基板52は、フィルター平面視において、平面中心点Oを中心とした円形の可動部521と、可動部521と同軸であり可動部521を保持する保持部522と、を備えて

10

20

30

40

50

いる。

【0059】

そして、本実施形態では、可動部521の可動面521Aには、平面中心点Oを中心とする半径R1の可動反射膜55と、可動反射膜55の外周側で、可動反射膜55と非接触で設けられた略C字状の可動内側電極566（本発明の内側駆動用電極）と、可動内側電極566の外周側で、可動反射膜55及び可動内側電極566と非接触で設けられた略C字状の可動外側電極567（本発明の外側駆動用電極）と、を備えている。

ここで、図示は省略するが、可動内側電極566は、外周縁から可動基板52の外周部（例えば頂点）に向かって延出する内側可動引出電極を備えており、この内側可動引出電極の端部は、電圧制御部32に接続される内側可動電極パッドを構成している。同様に、可動外側電極567は、外周縁から可動基板52の外周部に向かって延出する外側可動引出電極を備えており、この外側可動引出電極の端部は、電圧制御部32に接続される外側可動電極パッドを構成している。

10

また、図示は省略するが、可動基板52には、可動反射膜55の外周縁から、可動基板52の外周部に向かって延出する接続電極を備え、接続電極の端部において、後述する固定電極565に接続されている。

なお、これらの接続電極、内側可動引出電極、及び外側可動引出電極の電極形状（配線位置）については、図4と略同様の電極引き回し形状を用いることができる。

【0060】

保持部522は、上記第一実施形態と同様の構成であるため、ここでの説明は省略する。

20

【0061】

固定基板51は、図7に示すように、エッチングにより形成された電極配置溝511および反射膜固定部512を備えている。また、この固定基板51は、上記第一実施形態及び第二実施形態と同様に、可動基板52に対して厚み寸法が大きく形成されており、静電引力等による固定基板51の撓みはない。

【0062】

電極配置溝511は、フィルター平面視で、円環形状に形成されている。反射膜固定部512は、電極配置溝511の中心部から、可動基板52側に突出して形成される。また、反射膜固定部512の可動基板52に対向する反射膜固定面512Aは、フィルター平面視において光干渉領域Ar1と重なり、本発明の第一反射膜である固定反射膜54が設けられる。すなわち、反射膜固定面512Aは、平面中心点Oを中心とした、半径が半径R1の円形状に形成されている。

30

また、固定基板51には、上記実施形態と同様に、電極配置溝511から延出する電極引出溝（図示略）が設けられている。

【0063】

固定基板51の可動基板52に対向する面には、フィルター平面視において、可動部521と重なる領域（可動部対向領域Ar2）の全体に亘って、本発明の第一電極である固定電極565が設けられている。この固定電極565としては、例えばITO等の透光性を有する導電膜が用いられている。

40

このような構成では、フィルター平面視において、固定電極565のうち、可動内側電極566に対向する部分が内側駆動用電極対向領域5651となり、可動外側電極567に対向する部分が外側駆動用電極対向領域5652となる。したがって、可動内側電極566及び可動外側電極567の電位を所定値に設定することで、可動内側電極566及び内側駆動用電極対向領域5651間、可動外側電極567及び外側駆動用電極対向領域5652間にそれぞれ電位差が生じ、静電引力が発生する。すなわち、固定電極565、可動内側電極566、可動外側電極567により静電アクチュエーター56が構成される。

【0064】

また、図示は省略するが、固定基板51には、固定電極565の外周縁から延出する固定引出電極が設けられており、この固定引出電極の端部は、帯電防止電極パッドを構成す

50

る。また、この固定引出電極の端部は、可動反射膜 5 5 から延出した配線電極が対向し、例えば A g ペースト等の導電部材を介して、これらの固定引出電極及び配線電極が接続される。また、この帯電防止電極パッドは、電圧制御部 3 2 により G N D 回路に接続されており、接地されている。

【 0 0 6 5 】

そして、反射膜固定面 5 1 2 A 上の固定電極 5 6 5 には、固定反射膜 5 4 が積層されている。したがって、本実施形態では、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 の間の反射膜間ギャップ G 1 は、可動内側電極 5 6 6 及び内側駆動用電極対向領域 5 6 5 1 間（可動外側電極 5 6 7 及び外側駆動用電極対向領域 5 6 5 2 間）の電極間ギャップ G 2 よりも小さくなる。

10

【 0 0 6 6 】

上述のような第三実施形態の波長可変干渉フィルタ 5 B では、上記第一及び第二実施形態の効果に加え、次の効果が得られる。

波長可変干渉フィルタ 5 B では、固定基板 5 1 の可動部対向領域 A r 2 の全体に固定電極 5 6 5 が設けられている。このため、固定電極 5 6 5 の膜応力を考慮することなく、簡単な構成で、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 の帯電を防止可能な波長可変干渉フィルタ 5 B が得られる。

つまり、第一及び第二実施形態のように、可動基板 5 2 の広範囲に可動電極 5 6 2 を設ける構成では、可動電極 5 6 2 の膜応力により可動基板 5 2 が撓むおそれがある。この場合、膜応力による基板の撓みを防止するために、可動電極 5 6 2 の膜応力を打ち消す撓み防止膜を別途設ける等の対策が必要になる場合がある。

20

これに対して、本実施形態では、撓みが発生しにくい固定基板 5 1 に固定電極 5 6 5 を設けているので、広範囲に亘って固定電極 5 6 5 の膜応力が発生した場合でも、その影響を受けにくく、固定基板 5 1 の撓みが発生しない。このため、固定反射膜 5 4 の撓みも生じず、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 を平行に維持することができ、波長可変干渉フィルタ 5 B の分解能の低下を防止することができる。また、膜応力に対して、別途撓み防止膜を設ける等の対策が不要であり、簡単な構成で固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 の帯電を防止可能な波長可変干渉フィルタ 5 B が得られる。

【 0 0 6 7 】

また、反射膜間ギャップ G 1 が電極間ギャップ G 2 よりも小さいため、反射膜間ギャップの変動可能領域を大きくでき、測色装置 1 の測定可能波長域を広域化することができる。これに加え、帯電防止電極 5 6 1、可動電極 5 6 2 間での静電引力の制御が容易となり、反射膜間ギャップの寸法をより精度よく、所望の値に設定することができる。

30

【 0 0 6 8 】

[第四実施形態]

次に、上記第三実施形態を变形した第四実施形態について、図面に基づいて説明する。

第三実施形態の波長可変干渉フィルタ 5 B は、可動内側電極 5 6 6 及び内側駆動用電極対向領域 5 6 5 1 間の寸法と、可動外側電極 5 6 7 及び外側駆動用電極対向領域 5 6 5 2 間の寸法を同一の寸法とした。これに対して、第四実施形態の波長可変干渉フィルタは、可動内側電極及び内側駆動用電極対向領域間の寸法と、可動外側電極及び外側駆動用電極対向領域間の寸法とが異なる点で、上記第三実施形態と相違する。

40

図 8 は、第四実施形態の波長可変干渉フィルタの概略構成を示す断面図である。

【 0 0 6 9 】

本実施形態の波長可変干渉フィルタ 5 C では、固定基板 5 1 は、電極配置溝 5 1 1 と、反射膜固定部 5 1 2 と、第二電極配置溝 5 1 4 と、を備えている。

ここで、第二電極配置溝 5 1 4 は、電極配置溝 5 1 1 の外周側に形成され、電極配置溝 5 1 1 の電極固定面 5 1 1 A よりも浅い円環形状の溝である。すなわち、可動部 5 2 1 が変位していない初期状態において、電極固定面 5 1 1 A 及び可動面 5 2 1 A 間の距離、反射膜固定面 5 1 2 A 及び可動面 5 2 1 A 間の距離、第二電極配置溝 5 1 4 の底面である第二の電極固定面 5 1 4 A 及び可動面 5 2 1 A 間の距離を比較すると、「反射膜固定面 5 1

50

2 A 及び可動面 5 2 1 A 間の距離」 < 「第二電極固定面 5 1 4 A 及び可動面 5 2 1 A 間の距離」 < 「電極固定面 5 1 1 A 及び可動面 5 2 1 A の距離」となる。

【 0 0 7 0 】

また、可動基板 5 2 において、可動内側電極 5 6 6 は、電極配置溝 5 1 1 の電極固定面 5 1 1 A に対向する位置に設けられており、可動外側電極 5 6 7 は、第二の電極固定面 5 1 4 A に対向する位置に設けられている。したがって、固定基板 5 1 に設けられた固定電極 5 6 5 のうち、可動内側電極 5 6 6 に対向する内側駆動用電極対向領域 5 6 5 1 は、電極固定面 5 1 1 A 上の領域となり、可動外側電極 5 6 7 に対向する外側駆動用電極対向領域 5 6 5 2 は、第二の電極固定面 5 1 4 A 上の領域となる。このような構成では、可動内側電極 5 6 6 及び内側駆動用電極対向領域 5 6 5 1 間の内側電極間ギャップ G 3、可動外側電極 5 6 7 及び外側駆動用電極対向領域 5 6 5 2 間の外側電極間ギャップ G 4、及び固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 間の反射膜間ギャップ G 1 は、 $G 1 < G 4 < G 3$ の関係となる。

【 0 0 7 1 】

このような第四実施形態では、上記第三実施形態の効果に加え、更に、静電アクチュエーター 5 6 による反射膜間ギャップ G 1 の制御を精度よく、かつ効率的に実施することができるという効果を奏することができる。

つまり、可動部 5 2 1 を固定基板 5 1 側に所定量だけ撓ませるために必要となる力は、接合膜 5 3 により接合された部位に近づくほど大きくなる。したがって、例えば、「（内側電極間ギャップ G 3） = （外側電極間ギャップ G 4）」となる構成では、可動部 5 2 1 を変動させるために、可動外側電極 5 6 7 に設定する電位を大きくして、より大きい静電引力を作用させる必要がある。これに対して、本実施形態のように、外側電極間ギャップ G 4 の寸法を内側電極間ギャップ G 3 よりも小さくすることで、可動外側電極 5 6 7 及び外側駆動用電極対向領域 5 6 5 2 間に印加する電圧を小さくすることができ、効率的に可動部 5 2 1 を駆動させることができ、省電力化を図ることができる。

【 0 0 7 2 】

〔 第五実施形態 〕

次に、本発明の第五実施形態について、図面に基づいて説明する。

上記第一実施形態の測色装置 1 では、光学モジュールである測色センサー 3 に対して、波長可変干渉フィルター 5 が直接設けられる構成とした。この場合、測色センサー 3 に設けられた所定の配置位置に波長可変干渉フィルター 5 を設け、帯電防止電極パッド 5 6 1 P や固定内側電極パッド 5 6 3 P、固定外側電極パッド 5 6 4 P に対して配線を実施する。しかしながら、光学モジュールとしては、複雑な構成を有するものもあり、特に小型化の光学モジュールに対して、波長可変干渉フィルター 5 を直接設けることが困難な場合がある。本実施形態では、そのような光学モジュールに対しても、波長可変干渉フィルター 5 を容易に設置可能にする光学フィルターデバイスについて、以下に説明する。

図 9 は、本発明の第五実施形態に係る光学フィルターデバイスの概略構成を示す断面図である。

【 0 0 7 3 】

図 9 に示すように、光学フィルターデバイス 6 0 0 は、波長可変干渉フィルター 5 を収納する筐体 6 1 0 を備えている。

この筐体 6 1 0 は、底部 6 1 1 と、リッド 6 1 2 と、入射側ガラス窓 6 1 3（導光部）と、射出側ガラス窓 6 1 4（導光部）と、を有する。

【 0 0 7 4 】

底部 6 1 1 は、例えば単層セラミック基板により構成される。この底部 6 1 1 には、波長可変干渉フィルター 5 の可動基板 5 2 が固定される。また、底部 6 1 1 には、波長可変干渉フィルター 5 の光干渉領域 A r 1 に対向する領域に、光入射孔 6 1 1 A が開口形成されている。この光入射孔 6 1 1 A は、波長可変干渉フィルター 5 により分光したい入射光（検査対象光）が入射される窓であり、入射側ガラス窓 6 1 3 が接合されている。なお、底部 6 1 1 及び入射側ガラス窓 6 1 3 の接合としては、例えば、ガラス原料を高温で熔解

し、急冷したガラスのかけらであるガラスフリットを用いたガラスフリット接合を用いることができる。

【0075】

また、底部611の上面(筐体610の内部側)には、波長可変干渉フィルター5の各電極パッド561P、563P、564Pに対応した数の端子部616が設けられている。また、底部611は、各端子部616が設けられる位置に、貫通孔615が形成されており、各端子部616は、貫通孔615を介して、底部611の下面(筐体610の外部側)に設けられた接続端子617に接続されている。

また、底部611の外周縁には、リッド612に接合される封止部619が設けられている。

10

【0076】

リッド612は、図9に示すように、底部611の封止部619に接合される封止部620と、封止部620から連続し、底部611から離れる方向に立ち上がる側壁部621と、側壁部621から連続し、波長可変干渉フィルター5の固定基板51側を覆う天面部622とを備えている。このリッド612は、例えばコパール等の合金または金属により形成することができる。

このリッド612は、封止部620と、底部611の封止部619とが、例えばレーザー封止等により接合されることで、底部611に接合されている。また、リッド612の天面部622には、波長可変干渉フィルター5の光干渉領域Ar1に対向する領域に、光射出孔612Aが開口形成されている。この光射出孔612Aは、波長可変干渉フィルター5により分光されて取り出された光が通過する窓であり、例えばガラスフリット接合等により射出側ガラス窓614が接合されている。

20

なお、筐体610内には、例えば窒素やアルゴンガス等の不活性ガスを封入する構成としてもよく、高い真空度に維持される構成としてもよい。このような構成とすることで、波長可変干渉フィルター5の反射膜54、55の劣化を防止できる。また、真空度を高い状態で維持される場合は、波長可変干渉フィルター5の静電アクチュエーター56に電圧を印加した際の、可動部521の応答性を向上させることができる。

【0077】

このような光学フィルターデバイス600では、筐体610により波長可変干渉フィルター5が保護されているため、異物や大気に含まれるガス等による波長可変干渉フィルター5の特性変化を防止でき、また、外的要因による波長可変干渉フィルター5の破損を防止できる。したがって、測色センサー等の光学モジュールや電子機器に対して、波長可変干渉フィルター5を設置する際や、メンテナンス時において、他の部材との衝突等による破損を防止できる。

30

また、例えば工場で製造された波長可変干渉フィルター5を、光学モジュールや電子機器を組み立てる組み立てライン等まで運搬する場合に、筐体610により保護された波長可変干渉フィルター5では、安全に運搬することが可能となる。

また、光学フィルターデバイス600は、筐体610の外周面に露出する接続端子617が設けられているため、光学モジュールや電子機器に対して組み込む際にも容易に配線を実施することが可能となる。

40

【0078】

なお、第五実施形態では、底部611に可動基板52が固定される構成を例示したが、これに限定されない。例えば、底部611に固定基板51が固定される構成などとしてもよい。

【0079】

[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。

【0080】

例えば、第一及び第二実施形態において、固定基板51に反射膜固定部512が設けら

50

れない構成としたが、第三及び第四実施形態の固定基板 5 1 のように、反射膜固定部 5 1 2 が設けられ、反射膜間ギャップ G 1 が電極間ギャップよりも小さくなる構成としてもよい。

このような構成にすることで、第三実施形態や第四実施形態と同様に、反射膜間ギャップ G 1 の変動可能領域を大きくでき、測色装置 1 の測定可能波長域を広域化することができる。また、静電アクチュエーター 5 6 による静電引力の制御が容易となり、反射膜間ギャップの寸法をより精度よく、所望の値に設定することができる。

【 0 0 8 1 】

また、第一及び第二実施形態において、静電アクチュエーター 5 6 を構成する電極として、固定基板 5 1 に固定内側電極 5 6 3 及び固定外側電極 5 6 4 が設けられる例を示したが、これに限定されない。例えば、固定基板 5 1 に更に多くの駆動用電極が設けられる構成（例えば三重電極等）としてもよく、固定外側電極 5 6 4 が設けられず、固定内側電極 5 6 3 及び可動電極 5 6 2 により静電アクチュエーター 5 6 を構成するものであってもよい。第三及び第四実施形態においても同様であり、静電アクチュエーター 5 6 を構成する電極として、可動基板 5 2 に 3 つ以上の駆動用電極が設けられてもよく、単一の駆動用電極のみが設けられる構成としてもよい。

10

【 0 0 8 2 】

また、上記実施形態では、ギャップ可変部として、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、第一実施形態において、固定内側電極 5 6 3 , 固定外側電極 5 6 4 の代わりに、誘電コイルを配置し、可動基板 5 2 に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。

20

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。

【 0 0 8 3 】

また、上記第一実施形態では、波長可変干渉フィルター 5 において、帯電防止電極パッド 5 6 1 P と可動引出電極 5 6 2 A とが導電性部材 5 6 2 B を介して電氣的に接続されることで、固定反射膜 5 4 及び可動反射膜 5 5 を同電位にする構成としたが、これに限定されない。例えば、電圧制御部 3 2 等、波長可変干渉フィルター 5 の外部において、帯電防止電極パッド 5 6 1 P 及び可動引出電極 5 6 2 A が接続される構成としてもよい。また、帯電防止電極パッド 5 6 1 P 及び可動引出電極 5 6 2 A をそれぞれ別々に接地する構成としてもよい。

30

【 0 0 8 4 】

また、上記実施形態では、固定基板 5 1 側から入射した光に対して、固定反射膜 5 4 , 可動反射膜 5 5 間で光干渉させ、取り出された光を可動基板 5 2 側から射出させる波長可変干渉フィルター 5 を例示したが、これに限定されない。

例えば、固定反射膜 5 4 , 可動反射膜 5 5 間での光干渉により取り出された光を、再び固定基板 5 1 側に射出させる構成としてもよい。この場合、例えば第一実施形態や第二実施形態のように、可動基板 5 2 側に本発明の第一電極である可動電極 5 6 2 を設ける場合、当該可動電極 5 6 2 として遮光性の導電部材を用いてもよい。

40

【 0 0 8 5 】

本発明の電子機器として、測色装置 1 を例示したが、その他、様々な分野により本発明の波長可変干渉フィルター、光学モジュール、電子機器を用いることができる。

例えば、特定物質の存在を検出するための光ベースのシステムとして用いることができる。このようなシステムとしては、例えば、本発明の波長可変干渉フィルターを用いた分光計測方式を採用して特定ガスを高感度検出する車載用ガス漏れ検出器や、呼気検査用の光音響希ガス検出器などのガス検出装置を例示できる。

このようなガス検出装置の一例を以下に図面に基づいて説明する。

【 0 0 8 6 】

50

図 10 は、波長可変干渉フィルターを備えたガス検出装置の一例を示す概略図である。

図 11 は、図 10 のガス検出装置の制御系の構成を示すブロック図である。

このガス検出装置 100 は、図 10 に示すように、センサーチップ 110 と、吸引口 120 A、吸引流路 120 B、排出流路 120 C、および排出口 120 D を備えた流路 120 と、本体部 130 と、を備えて構成されている。

本体部 130 は、流路 120 を着脱可能な開口を有するセンサー部カバー 131、排出手段 133、筐体 134、光学部 135、フィルター 136、波長可変干渉フィルター 5、および受光素子 137 (検出部) 等を含む検出装置 (光学モジュール) と、検出された信号を処理し、検出部を制御する制御部 138、電力を供給する電力供給部 139 等から構成されている。また、光学部 135 は、光を射出する光源 135 A と、光源 135 A から入射された光をセンサーチップ 110 側に反射し、センサーチップ側から入射された光を受光素子 137 側に透過するビームスプリッター 135 B と、レンズ 135 C, 135 D, 135 E と、により構成されている。なお、波長可変干渉フィルター 5 を用いる構成を例示するが、上述した波長可変干渉フィルター 5 A, 5 B, 5 C を用いる構成としてもよい。さらに、このような波長可変干渉フィルター 5, 5 A, 5 B, 5 C が収納された、第五実施形態のような光学フィルターデバイス 600 を用いる構成としてもよい。

また、図 11 に示すように、ガス検出装置 100 の表面には、操作パネル 140、表示部 141、外部とのインターフェイスのための接続部 142、電力供給部 139 が設けられている。電力供給部 139 が二次電池の場合には、充電のための接続部 143 を備えてもよい。

さらに、ガス検出装置 100 の制御部 138 は、図 11 に示すように、CPU 等により構成された信号処理部 144、光源 135 A を制御するための光源ドライバー回路 145、波長可変干渉フィルター 5 を制御するための電圧制御部 146、受光素子 137 からの信号を受信する受光回路 147、センサーチップ 110 のコードを読み取り、センサーチップ 110 の有無を検出するセンサーチップ検出器 148 からの信号を受信するセンサーチップ検出回路 149、および排出手段 133 を制御する排出ドライバー回路 150 などを備えている。

【0087】

次に、上記のようなガス検出装置 100 の動作について、以下に説明する。

本体部 130 の上部のセンサー部カバー 131 の内部には、センサーチップ検出器 148 が設けられており、このセンサーチップ検出器 148 でセンサーチップ 110 の有無が検出される。信号処理部 144 は、センサーチップ検出器 148 からの検出信号を検出すると、センサーチップ 110 が装着された状態であると判断し、表示部 141 へ検出動作を実施可能な旨を表示させる表示信号を出す。

【0088】

そして、例えば利用者により操作パネル 140 が操作され、操作パネル 140 から検出処理を開始する旨の指示信号が信号処理部 144 へ出力されると、まず、信号処理部 144 は、光源ドライバー回路 145 に光源作動の信号を出力して光源 135 A を作動させる。光源 135 A が駆動されると、光源 135 A から単一波長で直線偏光の安定したレーザー光を射出される。また、光源 135 A には、温度センサーや光量センサーが内蔵されており、その情報が信号処理部 144 へ出力される。そして、信号処理部 144 は、光源 135 A から入力された温度や光量に基づいて、光源 135 A が安定動作していると判断すると、排出ドライバー回路 150 を制御して排出手段 133 を作動させる。これにより、検出すべき標的物質 (ガス分子) を含んだ気体試料が、吸引口 120 A から、吸引流路 120 B、センサーチップ 110 内、排出流路 120 C、排出口 120 D へと誘導される。

【0089】

また、センサーチップ 110 は、金属ナノ構造体が複数組み込まれ、局在表面プラズモン共鳴を利用したセンサーである。このようなセンサーチップ 110 では、レーザー光により金属ナノ構造体間で増強電場が形成され、この増強電場内にガス分子が入り込むと、分子振動の情報を含んだラマン散乱光、およびレイリー散乱光が発生する。

これらのレイリー散乱光やラマン散乱光は、光学部 1 3 5 を通ってフィルター 1 3 6 に入射し、フィルター 1 3 6 によりレイリー散乱光が分離され、ラマン散乱光が波長可変干渉フィルター 5 に入射する。そして、信号処理部 1 4 4 は、電圧制御部 1 4 6 を制御し、波長可変干渉フィルター 5 に印加する電圧を調整し、検出対象となるガス分子に対応したラマン散乱光を波長可変干渉フィルター 5 で分光させる。この後、分光した光が受光素子 1 3 7 で受光されると、受光量に応じた受光信号が受光回路 1 4 7 を介して信号処理部 1 4 4 に出力される。

信号処理部 1 4 4 は、上記のようにして得られた検出対象となるガス分子に対応したラマン散乱光のスペクトルデータと、ROM に格納されているデータとを比較し、目的のガス分子が否かを判定し、物質の特定をする。また、信号処理部 1 4 4 は、表示部 1 4 1 にその結果情報を表示させたり、接続部 1 4 2 から外部へ出力したりする。

【0090】

なお、上記図 1 0 及び図 1 1 において、ラマン散乱光を波長可変干渉フィルター 5 により分光して分光されたラマン散乱光からガス検出を行うガス検出装置 1 0 0 を例示したが、ガス検出装置として、ガス固有の吸光度を検出することでガス種別を特定するガス検出装置として用いてもよい。この場合、センサー内部にガスを流入させ、入射光のうちガスにて吸収された光を検出するガスセンサーを本発明の光学モジュールとして用いる。そして、このようなガスセンサーによりセンサー内に流入されたガスを分析、判別するガス検出装置を本発明の電子機器とする。このような構成でも、本発明の波長可変干渉フィルターを用いてガスの成分を検出することができる。

【0091】

また、特定物質の存在を検出するためのシステムとして、上記のようなガスの検出に限られず、近赤外線分光による糖類の非侵襲的測定装置や、食物や生体、鉱物等の情報の非侵襲的測定装置等の、物質成分分析装置を例示できる。

以下に、上記物質成分分析装置の一例として、食物分析装置を説明する。

【0092】

図 1 2 は、波長可変干渉フィルター 5 を利用した電子機器の一例である食物分析装置の概略構成を示す図である。なお、ここでは波長可変干渉フィルター 5 を用いているが、波長可変干渉フィルター 5 A , 5 B , 5 C を用いる構成としてもよい。さらに、このような波長可変干渉フィルター 5 , 5 A , 5 B , 5 C が収納された、第五実施形態のような光学フィルターデバイス 6 0 0 を用いる構成としてもよい。

この食物分析装置 2 0 0 は、図 1 2 に示すように、検出器 2 1 0 (光学モジュール)と、制御部 2 2 0 と、表示部 2 3 0 と、を備えている。検出器 2 1 0 は、光を射出する光源 2 1 1 と、測定対象物からの光が導入される撮像レンズ 2 1 2 と、撮像レンズ 2 1 2 から導入された光を分光する波長可変干渉フィルター 5 と、分光された光を検出する撮像部 2 1 3 (検出部)と、を備えている。

また、制御部 2 2 0 は、光源 2 1 1 の点灯・消灯制御、点灯時の明るさ制御を実施する光源制御部 2 2 1 と、波長可変干渉フィルター 5 を制御する電圧制御部 2 2 2 と、撮像部 2 1 3 を制御し、撮像部 2 1 3 で撮像された分光画像を取得する検出制御部 2 2 3 と、信号処理部 2 2 4 と、記憶部 2 2 5 と、を備えている。

【0093】

この食物分析装置 2 0 0 は、システムを駆動させると、光源制御部 2 2 1 により光源 2 1 1 が制御されて、光源 2 1 1 から測定対象物に光が照射される。そして、測定対象物で反射された光は、撮像レンズ 2 1 2 を通って波長可変干渉フィルター 5 に入射する。波長可変干渉フィルター 5 は電圧制御部 2 2 2 の制御により所望の波長を分光可能な電圧が印加されており、分光された光が、例えば CCD カメラ等により構成される撮像部 2 1 3 で撮像される。また、撮像された光は分光画像として、記憶部 2 2 5 に蓄積される。また、信号処理部 2 2 4 は、電圧制御部 2 2 2 を制御して波長可変干渉フィルター 5 に印加する電圧値を変化させ、各波長に対する分光画像を取得する。

【0094】

そして、信号処理部 224 は、記憶部 225 に蓄積された各画像における各画素のデータを演算処理し、各画素におけるスペクトルを求める。また、記憶部 225 には、例えばスペクトルに対する食物の成分に関する情報が記憶されており、信号処理部 224 は、求めたスペクトルのデータを、記憶部 225 に記憶された食物に関する情報を基に分析し、検出対象に含まれる食物成分、およびその含有量を求める。また、得られた食物成分および含有量から、食物カロリーや鮮度等をも算出することができる。さらに、画像内のスペクトル分布を分析することで、検査対象の食物の中で鮮度が低下している部分の抽出等をも実施することができ、さらには、食物内に含まれる異物等の検出をも実施することができる。

そして、信号処理部 224 は、上述のようにした得られた検査対象の食物の成分や含有量、カロリーや鮮度等の情報を表示部 230 に表示させる処理をする。

10

【0095】

また、図 12 において、食物分析装置 200 の例を示すが、略同様の構成により、上述したようなその他の情報の非侵襲的測定装置としても利用することができる。例えば、血液等の体液成分の測定、分析等、生体成分を分析する生体分析装置として用いることができる。このような生体分析装置としては、例えば血液等の体液成分を測定する装置として、エチルアルコールを検知する装置とすれば、運転者の飲酒状態を検出する酒気帯び運転防止装置として用いることができる。また、このような生体分析装置を備えた電子内視鏡システムとしても用いることができる。

さらには、鉱物の成分分析を実施する鉱物分析装置としても用いることができる。

20

【0096】

さらには、本発明の波長可変干渉フィルター、光学モジュール、電子機器としては、以下のような装置に適用することができる。

例えば、各波長の光の強度を経時的に変化させることで、各波長の光でデータを伝送させることも可能であり、この場合、光学モジュールに設けられた波長可変干渉フィルターにより特定波長の光を分光し、受光部で受光させることで、特定波長の光により伝送されるデータを抽出することができ、このようなデータ抽出用光学モジュールを備えた電子機器により、各波長の光のデータを処理することで、光通信を実施することもできる。

【0097】

また、電子機器としては、本発明の波長可変干渉フィルターにより光を分光することで、分光画像を撮像する分光カメラ、分光分析機などにも適用できる。このような分光カメラの一例として、波長可変干渉フィルターを内蔵した赤外線カメラが挙げられる。

30

図 13 は、分光カメラの概略構成を示す模式図である。分光カメラ 300 は、図 13 に示すように、カメラ本体 310 と、撮像レンズユニット 320 と、撮像部 330（検出部）とを備えている。

カメラ本体 310 は、利用者により把持、操作される部分である。

撮像レンズユニット 320 は、カメラ本体 310 に設けられ、入射した画像光を撮像部 330 に導光する。また、この撮像レンズユニット 320 は、図 13 に示すように、対物レンズ 321、結像レンズ 322、及びこれらのレンズ間に設けられた波長可変干渉フィルター 5 を備えて構成されている。

40

撮像部 330 は、受光素子により構成され、撮像レンズユニット 320 により導光された画像光を撮像する。

このような分光カメラ 300 では、波長可変干渉フィルター 5 により撮像対象となる波長の光を透過させることで、所望波長の光の分光画像を撮像することができる。

【0098】

さらには、本発明の波長可変干渉フィルターをバンドパスフィルターとして用いてもよく、例えば、発光素子が射出する所定波長域の光のうち、所定の波長を中心とした狭帯域の光のみを波長可変干渉フィルターで分光して透過させる光学式レーザー装置としても用いることができる。

また、本発明の波長可変干渉フィルターを生体認証装置として用いてもよく、例えば、

50

近赤外領域や可視領域の光を用いた、血管や指紋、網膜、虹彩などの認証装置にも適用できる。

【 0 0 9 9 】

さらには、光学モジュールおよび電子機器を、濃度検出装置として用いることができる。この場合、波長可変干渉フィルターにより、物質から射出された赤外エネルギー（赤外光）を分光して分析し、サンプル中の被検体濃度を測定する。

【 0 1 0 0 】

上記に示すように、本発明の波長可変干渉フィルター、光学モジュール、および電子機器は、入射光から所定の光を分光するいかなる装置にも適用することができる。そして、本発明の波長可変干渉フィルターは、上述のように、1 デバイスで複数の波長を分光させることができるため、複数の波長のスペクトルの測定、複数の成分に対する検出を精度よく実施することができる。したがって、複数デバイスにより所望の波長を取り出す従来の装置に比べて、光学モジュールや電子機器の小型化を促進でき、例えば、携帯用や車載用の光学デバイスとして好適に用いることができる。

【 0 1 0 1 】

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などに適宜変更できる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 2 】

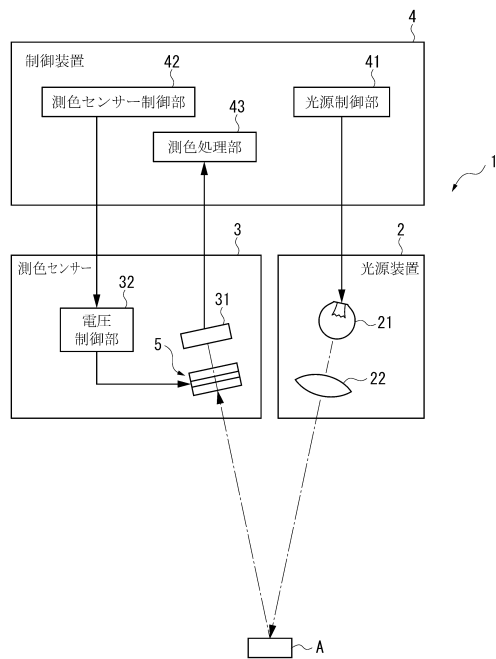
1 ... 測色装置（電子機器）、3 ... 測色センサー（光学モジュール）、5 , 5 A , 5 B , 5 C ... 波長可変干渉フィルター、3 1 ... 検出部、5 1 ... 固定基板（第一基板・第二基板）、5 2 ... 可動基板（第一基板・第二基板）、5 4 ... 固定反射膜（第一反射膜・第二反射膜）、5 5 ... 可動反射膜（第一反射膜・第二反射膜）、5 6 ... 静電アクチュエーター（ギャップ変更部）、5 6 1 ... 固定側帯電防止電極（第二電極）、5 6 2 ... 可動電極（第一電極）、5 6 5 ... 固定電極（第一電極）、5 6 3 ... 固定内側電極（内側駆動用電極）、5 6 4 ... 固定外側電極（外側駆動用電極）、5 6 6 ... 可動内側電極（内側駆動用電極）、5 6 7 ... 可動外側電極（外側駆動用電極）、1 0 0 ... ガス検出装置（電子機器）、2 0 0 ... 食物分析装置（電子機器）、3 0 0 ... 分光カメラ（電子機器）、5 2 1 ... 可動部、5 2 2 ... 保持部、6 0 0 ... 光学フィルターデバイス、6 1 0 ... 筐体、6 1 3 ... 入射側ガラス窓（導光部）、6 1 4 ... 射出側ガラス窓（導光部）、5 6 2 1 , 5 6 5 1 ... 内側駆動用電極対向領域、5 6 2 2 , 5 6 5 2 ... 外側駆動用電極対向領域、A r 1 ... 光干渉領域、G 1 ... 反射膜間ギャップ、G 2 ... 電極間ギャップ、G 3 ... 内側電極間ギャップ、G 4 ... 外側電極間ギャップ。

10

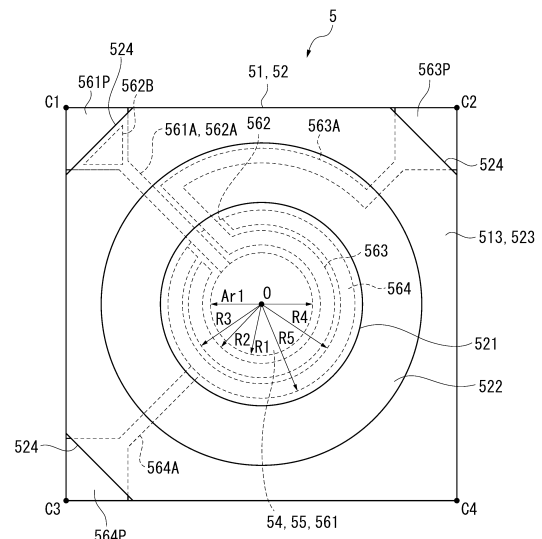
20

30

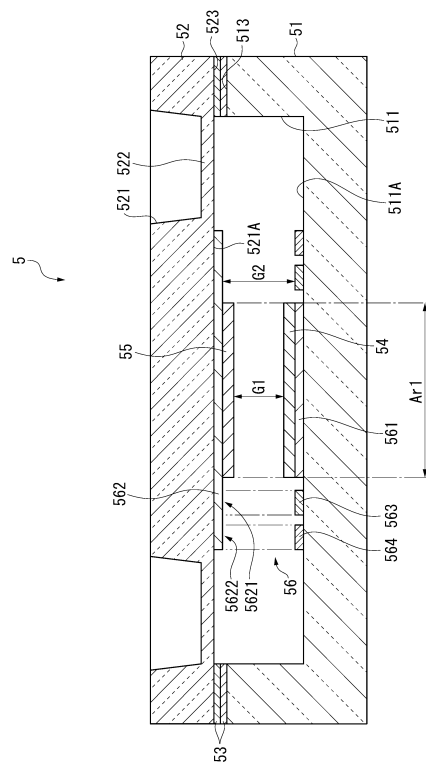
【 図 1 】



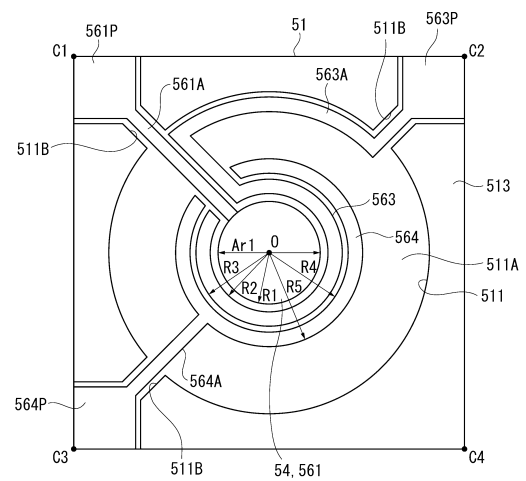
【 図 2 】



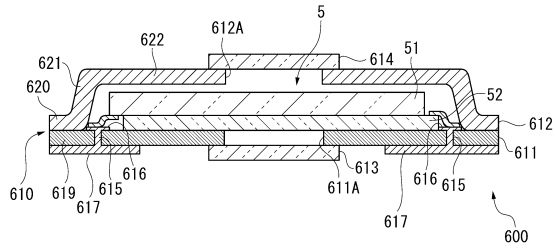
【 図 3 】



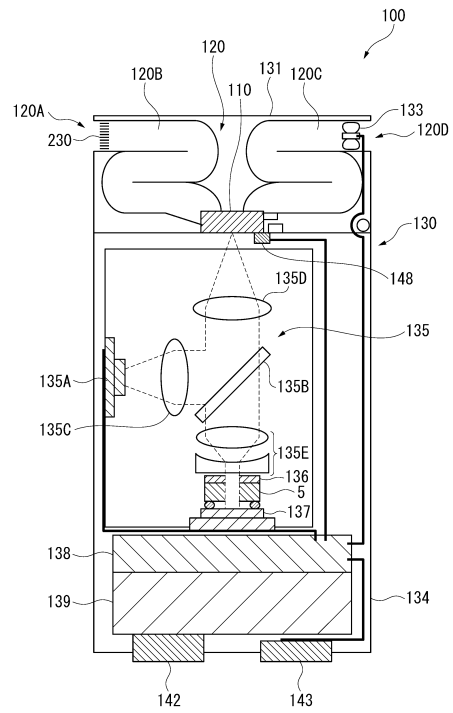
【圖 4】



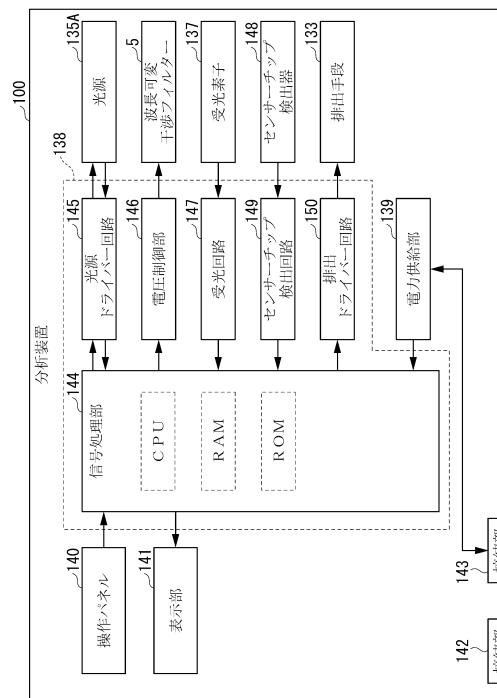
【図 9】



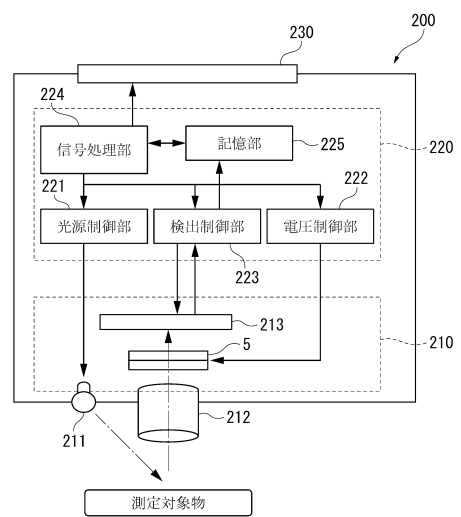
【図 10】



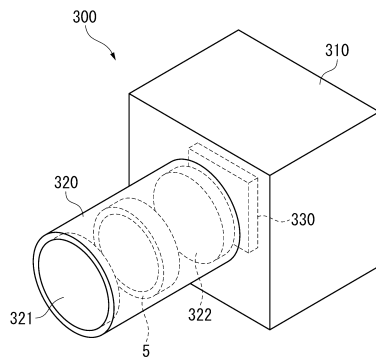
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-008225(JP,A)
特開2008-233878(JP,A)
特開2003-233016(JP,A)
特開2001-221913(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0242920(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26/00