

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

**特開2012-150353**  
(P2012-150353A)

(43) 公開日 **平成24年8月9日(2012. 8. 9)**

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO2B 26/00 (2006.01)</b>	GO2B 26/00	2H048
<b>GO2B 5/28 (2006.01)</b>	GO2B 5/28	2H141

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-10062 (P2011-10062)  
(22) 出願日 平成23年1月20日 (2011. 1. 20)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1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 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  
Fターム(参考) 2H048 GA13 GA48 GA62  
2H141 MA22 MB28 MC06 MD04 ME04  
ME25 MF02 MG10 MZ03 MZ17

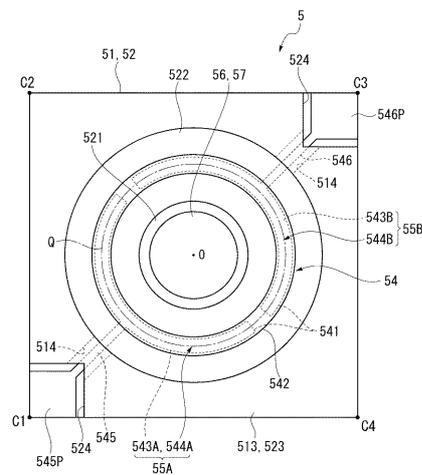
(54) 【発明の名称】 波長可変干渉フィルター、光モジュール、および光分析装置

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成で、反射膜間のギャップ寸法を変化させた場合でも分解能の低下を抑制でき、かつ容易に配線を接続可能な波長可変干渉フィルター、光モジュール、および光分析装置を提供する。

【解決手段】波長可変干渉フィルター5は、固定反射膜56を有する固定基板51と、可動反射膜57を有する可動基板52と、固定電極541および可動電極542を備えた静電アクチュエーター54と、を具備し、固定電極541は、互いに絶縁された第一固定部分電極543Aおよび第二固定部分電極543Bを備え、固定基板51には、第一固定部分電極543Aおよび第二固定部分電極543Bから延出する第一引出電極545および第二引出電極546を備え、可動電極542は、第一固定部分電極543Aに対向する第一対向領域と、第二固定部分電極543Bに対向する第二対向領域とを覆う円環状に形成された。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第一基板と、  
 前記第一基板と互い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、前記第一反射膜とギャップを介して対向する第二反射膜と、  
 前記第一基板に設けられた第一電極、および前記第二基板に設けられて前記第一電極と互いに対向する第二電極を備えた静電アクチュエーターと、を具備し、  
 前記第二基板は、前記第一基板およ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、円形状に設けられ、前記第二反射膜が設けられた可動部と、前記可動部を前記第一基板に対して進退可能に保持する保持部と、を備え、  
 前記第一電極は、前記平面視において、前記可動部の中心点を中心とした仮想円に沿って設けられた第一部分電極および第二部分電極を備え、  
 前記第一基板には、前記第一部分電極から前記第一基板の外周縁に向かって延出する第一引出電極と、第二部分電極から前記第一基板の外周縁に向かって延出する第二引出電極とが設けられ、  
 前記第二電極は、前記平面視において、前記第一部分電極に重なる第一対向領域と、前記第二部分電極に重なる第二対向領域とを備え、前記可動部の中心点を中心とした円環状であり、  
 前記第一部分電極および前記第二電極の前記第一対向領域の間で構成された第一部分アクチュエーターは、前記平面視において、前記仮想円に沿って同幅寸法となり、  
 前記第二部分電極および前記第二電極の前記第二対向領域の間で構成された第二部分アクチュエーターは、前記平面視において、前記仮想円に沿って同幅寸法となる  
 ことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

10

20

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載に波長可変干渉フィルターにおいて、  
 前記第一部分電極は、第一仮想円に沿う円環形状であり、  
 前記第二部分電極は、前記第一仮想円よりも径寸法が大きい第二仮想円に沿う円弧形状である  
 ことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

30

## 【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、  
 前記第一部分電極は、第一仮想円に沿う円弧形状であり、  
 前記第二部分電極は、前記第一仮想円に沿う円弧形状であり、前記平面視において、前記第一部分電極と同一形状に形成され、かつ、前記可動部の中心点に対し、前記第一部分電極と点対称となる位置に設けられた  
 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 から請求項 3 のいずれかに記載の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取り出された光を検出する検出部と、  
 を具備したことを特徴とする光モジュール。

40

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の光モジュールと、  
 前記光モジュールの前記検出部により検出された光に基づいて、前記光の光特性を分析する分析処理部と、  
 を具備したことを特徴とする光分析装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、特定波長の光を取得する波長可変干渉フィルター、光モジュール、および光

50

分析装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数波長の光から、特定波長の光を取り出す波長可変干渉フィルター（光フィルター素子）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に記載の波長可変干渉フィルター（光学フィルター装置）は、可動部（第1部分）、および可動部を支持するダイヤフラム（第2部分）を備えた第1基板と、第1基板に対向する第2基板とを備えている。また、第1基板の可動部には、可動ミラーが形成され、第2基板の可動部に対向する面には、固定ミラーが形成されている。そして、第1基板および第2基板には、それぞれリング状の電極が設けられ、これらの電極から各基板の外周縁に向かってそれぞれ引き出し配線が形成されている。

10

【0004】

ところで、上記特許文献1に記載の波長可変干渉フィルターにおいて、第1基板に形成された引き出し配線は第2基板に対向し、第2基板に形成された引き出し配線は、第1基板に対向している。このような構成では、波長可変干渉フィルターをセンサー等のモジュールに組み込んで配線を接続する際に、それぞれ異なる基板上的引き出し配線に配線作業を実施する必要があるとあり、煩雑であるという問題がある。

【0005】

これに対して、一方の基板に浮遊電極を設けることで、1つの基板にのみ電圧を印加するための配線を施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2参照）。

20

この特許文献2には、可動ミラー（第1ミラー）に矩形状の1つの浮遊電極を設け、固定ミラー（第2ミラー）に2つの制御電極を設ける構成が採られた波長可変干渉フィルター（干渉計）が示されている。このような波長可変干渉フィルターでは、1つの基板に設けられた一对の制御電極に対して配線を実施するだけで、制御電極と浮遊電極との間に電圧を印加することができ、静電引力により可動ミラーを変位させることが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-251105号公報

【特許文献2】特開平11-167076号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上記特許文献2の波長可変干渉フィルターでは、可動ミラーに矩形状の浮遊電極が形成されている。このような構成では、光透過部の中心に対して、円周方向に沿って作用する静電引力にムラが生じる。例えば、光透過部の中心から浮遊電極の矩形頂点方向に向かう直線領域では、制御電極に対向する長さが長く、静電引力が大きく作用する。一方、光透過部の中心から浮遊電極の矩形の辺の midpoint に向かう直線領域では、制御電極に対向する長さが短く、静電引力が小さくなる。つまり、光透過部の中心点に対して周方向に静電引力のバランスをみると、光透過部の中心から矩形頂点方向に向かう領域での静電引力が大きく、その他の領域での静電引力が小さくなり、静電引力にムラが生じてしまう。

40

また、静電引力は、電極間の距離が小さくなればなるほど大きな力が作用する。したがって、電圧を印加するほど、光透過部の中心から浮遊電極の矩形頂点方向に向かう直線領域で作用する静電引力と、光透過部の中心から浮遊電極の矩形の辺の midpoint に向かう直線領域で作用する静電引力との差が大きくなり、可動ミラーに撓みを生じさせるおそれがある。この場合、波長可変干渉フィルターの分解能が低下してしまうという問題がある。

【0008】

50

本発明は上述のような問題に鑑みて、簡単な構成で、反射膜間のギャップ寸法を変化させた場合でも分解能の低下を抑制でき、かつ容易に配線を接続可能な波長可変干渉フィルター、光モジュール、および光分析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】

【0009】

本発明の波長可変干渉フィルターは、第一基板と、前記第一基板と互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、前記第一反射膜とギャップを介して対向する第二反射膜と、前記第一基板に設けられた第一電極、および前記第二基板に設けられて前記第一電極と互に対向する第二電極を備えた静電アクチュエーターと、を具備し、前記第二基板は、前記第一基板およ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、円形状に設けられ、前記第二反射膜が設けられた可動部と、前記可動部を前記第一基板に対して進退可能に保持する保持部と、を備え、前記第一電極は、前記平面視において、前記可動部の中心点を中心とした仮想円に沿って設けられた第一部分電極および第二部分電極を備え、前記第一基板には、前記第一部分電極から前記第一基板の外周縁に向かって延出する第一引出電極と、第二部分電極から前記第一基板の外周縁に向かって延出する第二引出電極とが設けられ、前記第二電極は、前記平面視において、前記第一部分電極に重なる第一対向領域と、前記第二部分電極に重なる第二対向領域とを備え、前記可動部の中心点を中心とした円環状であり、前記第一部分電極および前記第二電極の前記第一対向領域の間で構成された第一部分アクチュエーターは、前記平面視において、前記仮想円に沿って同幅寸法となり、前記第二部分電極および前記第二電極の前記第二対向領域の間で構成された第二部分アクチュエーターは、前記平面視において、前記仮想円に沿って同幅寸法となることを特徴とする。

【0010】

この発明では、第一基板に形成された第一電極は、互いに絶縁された第一部分電極および第二部分電極を備え、第一部分電極には第一引出電極、第二部分電極には第二引出電極がそれぞれ接続されている。また、第二基板に形成された第二電極は、第一部分電極に対向する第一対向領域、および第二部分電極に対向する第二対向領域を備えた円環形状に形成されている。

このような構成では、第一引出電極および第二引出電極間に電圧を印可すると、第一部分電極および第二電極の第一対向領域の間、第二部分電極および第二電極の第二対向領域の間に、それぞれ電圧が印可される。これにより、これらの電極間で発生する静電引力により、第一基板および第二基板のうち少なくともいずれか一方を、他方の基板に向かって撓ませることが可能となり、第一反射膜および第二反射膜間のギャップの間隔寸法を変更させることができる。

【0011】

そして、第一引出電極および第二引出電極は、第一基板に形成されているので、波長可変干渉フィルターを、センサー本体等の光モジュールに組み込む際でも、第一基板に形成された各引出電極に対して配線作業を実施するだけでよく、作業効率を向上させることができる。

また、例えば、第一基板および第二基板の双方に引出電極が形成され、第一基板を光モジュールの固定部に固定した状態で、これらの引出電極に配線作業を実施する場合、第二基板の引出電極に配線を接続する際に、第二基板を第一基板から引き離す方向に応力が加わる場合がある。この場合、第一基板および第二基板が剥離したり、応力により、基板が撓んで反射膜間のギャップが変動したりするおそれもあり、剥離や基板の撓みを防止するために弱い力で配線を実施すると、配線信頼性が低下してしまうおそれもある。

これに対して、本実施形態では、第一基板にのみ第一引出電極および第二引出電極が形成されているため、例えば光モジュールの固定部に第一基板を固定して配線作業を行う場合、第二基板に対して応力が加わらず、剥離や基板撓み等の不都合を防止することができる。十分な配線信頼性をも得ることができる。

【0012】

また、第一部分電極と第二電極の第一対向領域により構成された第一部分アクチュエーター、および第二部分電極と第二電極の第二対向領域により構成された第二部分アクチュエーターは、それぞれ、仮想円の円周方向に沿って同一幅寸法に形成されているため、円周方向に沿って静電引力にムラが生じることがない。したがって、可動部を変位させた際に、静電引力のムラによる可動部の傾斜や撓みを防止でき、波長可変干渉フィルターにおける分解能を高精度に維持することができる。

さらに、第二電極は、可動部の中心点を中心とした円環形状に形成されているため、第二電極の膜応力が保持部に及ぼす影響が周方向に沿って均一となり、第二電極の膜応力による保持部の撓みや可動部の傾斜を防止できる。

#### 【0013】

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記第一部分電極は、第一仮想円に沿う円環形状であり、前記第二部分電極は、前記第一仮想円よりも径寸法が大きい第二仮想円に沿う円弧形状であることが好ましい。

#### 【0014】

この発明では、第一電極は、第一仮想円に沿った円環状の第一部分電極と、第二仮想円に沿った円弧状の第二部分電極とを備えている。ここで、第二部分電極は、第一引出電極を引き回すために円弧状に形成されるものであり、第一引出電極が通る隙間だけ端部間が開いたC字状に形成されていることがより好ましい。

このような構成では、第一部分アクチュエーターにおいて発生する静電引力を、第一仮想円の全周において、均一にすることができ、より確実に静電引力のムラを防止することができる。また、第二部分アクチュエーターにおいて発生する静電引力においても、ほぼ全周において、均一にすることができ、静電引力のムラを防止することができる。

したがって、静電引力ムラによる可動部の撓みや傾斜をより確実に防止することができる。

#### 【0015】

本発明の波長可変干渉フィルターでは、前記第一部分電極は、第一仮想円に沿う円弧形状であり、前記第二部分電極は、前記第一仮想円に沿う円弧形状であり、前記平面視において、前記第一部分電極と同一形状に形成され、かつ、前記可動部の中心点に対し、前記第一部分電極と点対称となる位置に設けられたことが好ましい。

#### 【0016】

この発明では、第一部分電極および第二部分電極は、同一の第一仮想円上に沿い、互いに点対称となる位置に設けられている。このような構成では、第一部分アクチュエーターおよび第二部分アクチュエーターにおいて発生する静電引力を同値にすることができる。このため、例えば初期状態において、保持部に測定精度に影響しない程度の傾斜があり、電極間のギャップが第一部分アクチュエーターと第二部分アクチュエーターとで異なっていたとしても、その差が大きくなることなく、可動部を平行に第一基板側に移動させることができる。

#### 【0017】

本発明の光モジュールは、上述したような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取り出された光を検出する検出部と、を具備したことを特徴とする。

#### 【0018】

この発明では、光モジュールは、上述したような波長可変干渉フィルターを備えている。波長可変干渉フィルターは、上記のように、光モジュールの組み込む際に容易に配線作業を実施でき、配線信頼性も向上させることができる。したがって、光モジュールにおいても、波長可変干渉フィルターを容易に組み込むことができ、製造効率を向上させることができ、かつ配線信頼性も向上させることができる。

また、波長可変干渉フィルターの分解能の低下をも抑えることができるため、光モジュールにおいても、高分解能で取り出された光により、測定対象となる光の正確な光量を測定することができる。

#### 【0019】

10

20

30

40

50

本発明の光分析装置は、上述したような光モジュールと、前記光モジュールの前記検出部により検出された光に基づいて、前記光の光特性を分析する分析処理部と、を具備したことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

ここで、光分析装置としては、上記のような光モジュールから出力される電気信号に基づいて、光モジュールに入射した光の色度や明るさなどを分析する光測定器、ガスの吸収波長を検出してガスの種類を検査するガス検出装置、受光した光からその波長の光に含まれるデータを取得する光通信装置などを例示することができる。

この発明では、光分析装置は、上述したような光モジュールを備えている。光モジュールは、上記のように、高い配線信頼性を有するため、このような光モジュールを備えた光分析装置においても、高い信頼性を得ることができる。

10

また、光モジュールにより測定対象光の正確な光量を測定できるので、この測定された光量により、精度の高い光分析処理を実施することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 本発明に係る第一実施形態の測色装置（光分析装置）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の概略構成を示す平面図である。

【 図 3 】 第一実施形態の波長可変干渉フィルターの断面図である。

【 図 4 】 第一実施形態の波長可変干渉フィルターの固定基板を可動基板側から見た平面図である。

20

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

【 図 6 】 第一実施形態の静電アクチュエーターの配線図である。

【 図 7 】 波長可変干渉フィルターを測色センサーに組み込んだ際の配線構造を示す図である。

【 図 8 】 波長可変干渉フィルターを測色センサーに組み込んだ際の配線構造の他の例を示す図である。

【 図 9 】 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平面図である。

【 図 1 0 】 第二実施形態の波長可変干渉フィルターの固定基板を可動基板側から見た平面図である。

30

【 図 1 1 】 第二実施形態の波長可変干渉フィルターの可動基板を固定基板側から見た平面図である。

【 図 1 2 】 第二実施形態の波長可変干渉フィルターの断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

[ 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 . 測色装置の全体構成 〕

図 1 は、本発明に係る実施形態の測色装置（光分析装置）の概略構成を示す図である。

40

この測色装置 1 は、本発明の光分析装置であり、図 1 に示すように、測定対象 A に光を射出する光源装置 2 と、本発明の光モジュールである測色センサー 3 と、測色装置 1 の全体動作を制御する制御装置 4 とを備えている。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測定対象 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、すなわち測定対象 A の色を分析して測定する装置である。

【 0 0 2 3 】

〔 2 . 光源装置の構成 〕

光源装置 2 は、光源 2 1、複数のレンズ 2 2（図 1 には 1 つのみ記載）を備え、測定対象 A に対して白色光を射出する。複数のレンズ 2 2 には、コリメーターレンズが含まれて

50

いてもよく、この場合、光源装置 2 は、光源 2 1 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測定対象 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、例えば測定対象 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。

#### 【 0 0 2 4 】

##### 〔 3 . 測色センサーの構成 〕

測色センサー 3 は、本発明の光モジュールを構成する。この測色センサー 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 を透過した光を受光して検出する検出部 3 1 と、波長可変干渉フィルター 5 に駆動電圧を印可する電圧制御部 3 2 と、を備えている。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、測定対象 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、所定波長の光のみを分光し、分光した光を検出部 3 1 にて受光する。

検出部 3 1 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 3 1 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。

#### 【 0 0 2 5 】

##### 〔 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、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、本発明の第一基板である固定基板 5 1、および本発明の第二基板である可動基板 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、外周部近傍に形成される接合部 5 1 3、5 2 3 が、例えば常温活性化接合やプラズマ重合膜を用いたシロキサン接合などにより、接合されることで、一体的に構成されている。

#### 【 0 0 2 6 】

固定基板 5 1 には、本発明の第一反射膜を構成する固定反射膜 5 6 が設けられ、可動基板 5 2 には、本発明の第二反射膜を構成する可動反射膜 5 7 が設けられている。ここで、固定反射膜 5 6 は、固定基板 5 1 の可動基板 5 2 に対向する面に固定され、可動反射膜 5 7 は、可動基板 5 2 の固定基板 5 1 に対向する面に固定されている。また、これらの固定反射膜 5 6 および可動反射膜 5 7 は、ギャップを介して対向配置されている。

さらに、固定基板 5 1 と可動基板 5 2 との間には、固定反射膜 5 6 および可動反射膜 5 7 の間のギャップの寸法を調整するための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、固定基板 5 1 側に設けられる本発明の第一電極としての固定電極 5 4 1 と、可動基板 5 2 側に設けられる本発明の第二電極としての可動電極 5 4 2 とを備えている。

#### 【 0 0 2 7 】

##### 〔 3 - 1 - 1 . 固定基板の構成 〕

図 4 は、第一実施形態の波長可変干渉フィルター 5 における固定基板 5 1 を可動基板 5 2 側から見た平面図である。

固定基板 5 1 は、厚みが例えば 5 0 0  $\mu\text{m}$  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 に示すように、固定基板 5 1 には、エッチングにより電極形成溝 5 1 1 および反射膜固定部 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 4 1 および可動電極 5 4 2 間に電圧を印加した際の静電引力や、固定電極 5 4 1 の内部応力による固定基板 5 1 の撓み

10

20

30

40

50

はない。

【0028】

電極形成溝511は、図4に示すように、平面視で、固定基板51の平面中心点を中心とした円形に形成されている。反射膜固定部512は、前記平面視において、電極形成溝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、固定基板51には、電極形成溝511から、固定基板51の外周縁の頂点C1，C3方向に向かって延出する一対の電極引出溝514が設けられている。

【0029】

そして、固定基板51の電極形成溝511の溝底部である電極形成面511Aには、固定電極541が形成されている。

この固定電極541は、図4に示すように、固定反射膜56の中心点Oを中心とした仮想円Qの円周上に配置される円弧状の一対の固定部分電極（本発明の第一部分電極を構成する第一固定部分電極543A，本発明の第二部分電極を構成する第二固定部分電極543B）により構成されている。

これらの固定部分電極543A，543Bは、それぞれ、基板厚み方向から見た平面視における平面形状が同一で、略半円形状となる円弧状に形成され、かつ同一厚み寸法に形成されている。各固定部分電極543A，543Bの幅寸法（円弧の内径部と外径部との距離）は均一となっている。そして、これらの固定部分電極543A，543Bは、平面視において、固定反射膜56の中心点Oを中心とした仮想円Qの円周上で、中心点Oに対して互いに点対称となるように配置されている。

【0030】

また、固定基板51には、第一固定部分電極543Aから延出する第一引出電極545と、第二固定部分電極543Bから延出する第二引出電極546と、を備えている。

第一引出電極545は、第一固定部分電極543Aの外周縁から、図4における固定基板51の頂点C1方向に延出した電極引出溝514に沿って形成され、その先端部には、電圧制御部32に接続される第一電極パッド545Pが設けられている。

また、第二引出電極546は、第二固定部分電極543Bの外周縁から、図4における固定基板51の頂点C3方向に延出した電極引出溝514に沿って形成され、その先端部には、電圧制御部32に接続される第二電極パッド546Pが設けられている。

さらに、これらの固定部分電極543A，543B上には、固定電極541および可動電極542の間の放電を防止するための絶縁膜（図示略）が積層されている。

【0031】

反射膜固定部512は、上述したように、電極形成溝511と同軸上で、電極形成溝511よりも小さい径寸法となる円柱状に形成されている。なお、本実施形態では、図3に示すように、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が、電極形成面511Aよりも可動基板52に近接して形成される例を示すが、これに限らない。電極形成面511Aおよび反射膜固定面512Aの高さ位置は、反射膜固定面512Aに固定される固定反射膜56、および可動基板52に形成される可動反射膜57の間のギャップの寸法、固定電極541および可動電極542の間の寸法、固定反射膜56や可動反射膜57の厚み寸法により適宜設定される。したがって、例えば、電極形成面511Aと反射膜固定面512Aとが同一面に形成される構成や、電極形成面511Aの中心部に、円柱凹溝上の反射膜固定溝が形成され、この反射膜固定溝の底面に反射膜固定面が形成される構成などとしてもよい。

【0032】

そして、反射膜固定面512Aには、円形状に形成される固定反射膜56が固定されている。この固定反射膜56としては、金属の単層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Ag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Ag合金の単層膜を用いることができ、誘電体多層膜の場合は、例えば高屈折層をTiO<sub>2</sub>、低屈折層をSiO<sub>2</sub>とした誘電体多層膜を用いることができる。

## 【 0 0 3 3 】

さらに、固定基板 5 1 は、可動基板 5 2 に対向する面とは反対側の面において、固定反射膜 5 6 に対応する位置に図示略の反射防止膜が形成されている。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され、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 3 4 】

( 3 - 1 - 2 . 可動基板の構成 )

図 5 は、第一実施形態の波長可変干渉フィルター 5 における可動基板 5 2 を固定基板 5 1 側から見た平面図である。

可動基板 5 2 は、厚みが例えば 2 0 0  $\mu\text{m}$  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る。

具体的には、可動基板 5 2 は、図 2、図 5 に示すような平面視において、基板中心点を中心とした円形の可動部 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 は、図 2 および図 5 に示すように、第一電極パッド 5 4 5 P および第二電極パッド 5 4 6 P に対向する位置に、切欠部 5 2 4 を備えている。このような構成では、波長可変干渉フィルター 5 の可動基板 5 2 側から見た面に電極パッド 5 4 5 P、5 4 6 P が露出する。

## 【 0 0 3 5 】

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  $\mu\text{m}$  に形成されている。また、可動部 5 2 1 は、反射膜固定部 5 1 2 に平行な可動面 5 2 1 A を備え、この可動面 5 2 1 A に、固定反射膜 5 6 とギャップを介して対向する可動反射膜 5 7 が固定されている。

ここで、この可動反射膜 5 7 は、上述した固定反射膜 5 6 と同一の構成の反射膜が用いられる。

## 【 0 0 3 6 】

さらに、可動部 5 2 1 は、可動面 5 2 1 A とは反対側の面において、可動反射膜 5 7 に対応する位置に図示略の反射防止膜が形成されている。この反射防止膜は、固定基板 5 1 に形成される反射防止膜と同様の構成を有し、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される。

## 【 0 0 3 7 】

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 5 0  $\mu\text{m}$  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 7 の撓みも防止できる。

## 【 0 0 3 8 】

そして、この保持部 5 2 2 の固定基板 5 1 に対向する面には、固定電極 5 4 1 と、初期状態において約 1  $\mu\text{m}$  の隙間を介して対向する、本発明の第二電極を構成する可動電極 5 4 2 が形成されている。

この可動電極 5 4 2 は、図 5 に示すように、仮想円 Q に沿い、内径寸法と外形寸法との差である幅寸法が仮想円 Q の円周方向に沿って同一幅寸法となる円環状に形成されている。ここで、可動電極 5 4 2 は、図 2 に示すような基板厚み方向から見た平面視において、第一固定部分電極 5 4 3 A と重なり合う第一対向領域 5 4 4 A、および第二固定部分電極 5 4 3 B と重なり合う第二対向領域 5 4 4 B を含む円環状に形成されている。そして、第一固定部分電極 5 4 3 A と、可動電極 5 4 2 の第一対向領域 5 4 4 A とにより、第一部分アクチュエーター 5 5 A が構成され、第二固定部分電極 5 4 3 B と、可動電極 5 4 2 の第二対向領域 5 4 4 B とにより、第二部分アクチュエーター 5 5 B が構成される。

## 【 0 0 3 9 】

( 3 - 1 - 3 . 静電アクチュエーターの構成 )

図 6 は、第一実施形態の静電アクチュエーター 5 4 の配線図である。

静電アクチュエーター 5 4 は、上述したように、第一固定部分電極 5 4 3 A および可動電極 5 4 2 の第一対向領域 5 4 4 A により構成される第一部分アクチュエーター 5 5 A と、第二固定部分電極 5 4 3 B および可動電極 5 4 2 の第二対向領域 5 4 4 B により構成される第二部分アクチュエーター 5 5 B と、を備えている。

## 【 0 0 4 0 】

このような静電アクチュエーター 5 4 では、第一引出電極 5 4 5 の第一電極パッド 5 4 5 P と、第二引出電極 5 4 6 の第二電極パッド 5 4 6 P との間に駆動電圧  $V$  が印可されると、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B には、容量リアクタンスに応じた分圧  $V_1$  ,  $V_2$  が印可される。

10

また、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B は、波長可変干渉フィルター 5 を基板厚み方向から見た平面視において、同一形状に形成され、仮想円  $Q$  上で等角度間隔 ( 1 8 0 度 ) に配置されている。したがって、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B における電極間の寸法 ( 電極間ギャップ ) をそれぞれ  $d_1$  ,  $d_2$ 、第一及び第二固定部分電極 5 4 3 A , 5 4 3 B、第一対向領域 5 4 4 A、および第二対向領域 5 4 4 B の面積を  $S$ 、誘電率を  $\epsilon$  とすると、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B の静電容量  $C_1$  ,  $C_2$  はそれぞれ、以下の式 ( 1 ) ~ ( 2 ) で表される。

## 【 0 0 4 1 】

[ 数 1 ]

$$C_1 = S / d_1 \quad \dots ( 1 )$$

$$C_2 = S / d_2 \quad \dots ( 2 )$$

20

## 【 0 0 4 2 】

ここで、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B は、電氣的に直列接続されているため、これらの部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B で保持される電荷量  $Q$  は同値となり、以下の式 ( 3 ) が成立する。

## 【 0 0 4 3 】

[ 数 2 ]

$$Q = C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad \dots ( 3 )$$

30

## 【 0 0 4 4 】

一方、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B に作用する静電引力  $F_1$  ,  $F_2$  は、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B の電極間の電界  $E_1$  ,  $E_2$  と、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B で保持される電荷量  $Q$  との積  $E_1 Q$  ,  $E_2 Q$  となる。

したがって、静電引力  $F_1$  ,  $F_2$  は、上記式 ( 1 ) ~ ( 3 ) を代入すると、以下の式 ( 4 ) ~ ( 5 ) のように表せる。

## 【 0 0 4 5 】

[ 数 3 ]

$$F_1 = E_1 Q = Q^2 / S \quad \dots ( 4 )$$

$$F_2 = E_2 Q = Q^2 / S \quad \dots ( 5 )$$

40

## 【 0 0 4 6 】

すなわち、上記式 ( 4 ) ~ ( 5 ) に示されるように、各部分アクチュエーター 5 5 A , 5 5 B に作用する静電引力  $F_1$  ,  $F_2$  は、部分電極間ギャップ  $d_1$  ,  $d_2$  の値によらず同値となる。

したがって、例えば、初期ギャップにおいて、電極間ギャップ  $d_1$  ,  $d_2$  の値に、例えば測定精度に影響しない程度の僅かな差があり、静電アクチュエーター 5 4 に電圧を印可した場合であっても、これらの電極間ギャップ  $d_1$  ,  $d_2$  の差が開くことがなく、保持部 5 2 2 を均一に撓ませることができる。

## 【 0 0 4 7 】

( 3 - 1 - 4 . 波長可変干渉フィルターへの配線 )

50

図7は、波長可変干渉フィルター5を測色センサー3に組み込んだ際の配線構造を示す図である。図8は、波長可変干渉フィルター5を測色センサー3に組み込んだ際の配線構造の他の例を示す図である。

【0048】

波長可変干渉フィルター5を測色センサー3に組み込む場合、一般には、測色センサー3に設けられたフィルター固定基板に直接波長可変干渉フィルター5を固定したり、ケースに波長可変干渉フィルター5を保持し、ケースをフィルター固定基板に固定したりする。

【0049】

そして、波長可変干渉フィルター5の電極パッド545P、546Pと、測色センサー3の電圧制御部32とを接続する場合、波長可変干渉フィルター5が固定部33に固定された状態で配線が施される。

この時、波長可変干渉フィルター5への配線としては、例えば、電極パッド545P、546P上に溶融状態のAgペースト等の導電性部材35を設け、導電性部材35が固化する前に、波長可変干渉フィルター5の可動基板52側から、リード線36を接続する。この場合、配線作業を、波長可変干渉フィルター5の可動基板52側から容易にリード線36を接続することができる。

【0050】

また、波長可変干渉フィルター5への配線としては、例えばFPC37(Flexible Printed Circuits)を、異方性導電フィルム(ACF: Anisotropic Conductive Film)または、異方性導電ペースト(ACP: Anisotropic Conductive Paste)等の異方性導電層38を介して接続してもよい。この場合、電極パッド545P、546P上に異方性導電層38を形成し、FPC37を被せた後、波長可変干渉フィルター5の可動基板52側からFPC37を押圧する。この場合でも、可動基板52に応力が加わらないため、固定基板51と可動基板52との剥離や、可動基板52の撓みなどがなく、波長可変干渉フィルター5の性能を維持することができる。

【0051】

(3-2. 電圧制御手段の構成)

電圧制御部32は、制御装置4からの入力される制御信号に基づいて、静電アクチュエーター54に印加する電圧を制御する。

【0052】

(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41、測色センサー制御部42、および本発明の分析処理部を構成する測色処理部43などを備えて構成されている。

光源制御部41は、光源装置2に接続されている。そして、光源制御部41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42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42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32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54への印加電圧を設定する。

測色処理部43は、検出部31により検出された受光量から、測定対象Aの色度を分析する。

【0053】

(5. 本実施形態の作用効果)

10

20

30

40

50

上述したように、上記実施形態の波長可変干渉フィルター 5 は、固定電極 5 4 1 が互いに絶縁された第一固定部分電極 5 4 3 A および第二固定部分電極 5 4 3 B により構成され、可動電極 5 4 2 は、第一固定部分電極 5 4 3 A に対向する第一対向領域 5 4 4 A および第二固定部分電極 5 4 3 B に対向する第二対向領域 5 4 4 B を含むリング状に形成されている。そして、第一固定部分電極 5 4 3 A には第一引出電極 5 4 5 が形成され、第二固定部分電極 5 4 3 B には第二引出電極 5 4 6 が形成されている。

このような構成では、第一引出電極 5 4 5 の第一電極パッド 5 4 5 P と、第二引出電極 5 4 6 の第二電極パッド 5 4 6 P との間に駆動電圧を印可することで、第一固定部分電極 5 4 3 A および可動電極 5 4 2 の第一対向領域 5 4 4 A により構成された第一部分アクチュエーター 5 5 A と、第二固定部分電極 5 4 3 B および可動電極 5 4 2 の第二対向領域 5 4 4 B により構成された第二部分アクチュエーター 5 5 B を駆動させることができる。

10

#### 【0054】

そして、第一引出電極 5 4 5、第一電極パッド 5 4 5 P および第二引出電極 5 4 6 は、固定基板 5 1 上に形成され、それぞれ固定基板 5 1 の外周縁に形成された第一電極パッド 5 4 5 P、および第二電極パッド 5 4 6 P に接続されている。

このため、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、Ag ペーストなどの導電性部材 3 5 を介してリード線 3 6 を接続する際でも、異方性導電層 3 8 を介して FPC 3 7 を接続する際でも、波長可変干渉フィルター 5 の可動基板 5 2 側から配線作業を簡単に実施できる。また、配線により、固定部 3 3 に固定される固定基板 5 1 に対して応力が加わることがあったとしても、可動基板 5 2 には応力が加わらないので、固定基板 5 1 および可動基板 5 2 の剥離や、可動基板 5 2 の傾斜が発生せず、波長可変干渉フィルターの性能低下を防止できる。また、固定基板 5 1 の各電極パッド 5 4 5 P、5 4 6 P に対して確実に配線することができるので、配線信頼性が向上し、測色センサー 3 や測色装置 1 の信頼性をも向上させることができる。

20

#### 【0055】

また、可動基板 5 2 には、電極パッド 5 4 5 P、5 4 6 P の位置に対応して切欠部 5 2 4 が形成されている。このため、配線作業時に、可動基板 5 2 が邪魔になることがない。また、可動基板 5 2 に応力を加えることなく配線を実施できる。

#### 【0056】

また、各部分アクチュエーター 5 5 A、5 5 B における、仮想円 Q の周方向および基板厚み方向に対して直交する幅寸法は、均一に形成されている。このため、各部分アクチュエーター 5 5 A、5 5 B において、周方向に沿った静電引力のムラがなく、可動部 5 2 1 を精度よく変位させることができる。

30

#### 【0057】

そして、固定電極 5 4 1 の第一固定部分電極 5 4 3 A および第二固定部分電極 5 4 3 B は、平面視において同一形状に形成されており、仮想円 Q の円周上で、中心点 O に対して点対称となる位置に配置されている。また、第一固定部分電極 5 4 3 A および第一対向領域 5 4 4 A により構成された第一部分アクチュエーター 5 5 A と、第二固定部分電極 5 4 3 B および第二対向領域 5 4 4 B により構成された第二部分アクチュエーター 5 5 B とは、電氣的に直列に接続されている。

40

このため、静電アクチュエーター 5 4 に駆動電圧を印可した際に、各部分アクチュエーター 5 5 A、5 5 B に同一大きさの静電引力が作用する。したがって、固定反射膜 5 6 および可動反射膜 5 7 間のギャップを変動させた場合でも、固定反射膜 5 6 および可動反射膜 5 7 の平行性を維持することができ、分解能の低下を抑えることができる。

#### 【0058】

さらに、可動電極 5 4 2 は、可動基板 5 2 の保持部 5 2 2 上で、仮想円 Q の円周に沿うリング状に形成されている。すなわち、可動部 5 2 1 の中心点に対して点対称となる形状に形成されている。さらには、可動基板 5 2 には、可動電極 5 4 2 から延出する引出電極等が不要であり、引出電極による膜応力なども発生しない。

このため、保持部 5 2 2 に作用する可動電極 5 4 2 の膜応力が均一となり、保持部 5 2

50

2の応力バランスを均一に保つことができ、可動部521の傾斜を抑えることができる。したがって、反射膜56、57間のギャップ寸法を均一にすることができ、波長可変干渉フィルター5の分解能を高精度に維持することができる。

【0059】

〔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。

第二実施形態は、上記第一実施形態の測色装置1における波長可変干渉フィルター5を変形したものである。したがって、第二実施形態の波長可変干渉フィルター5Aについて、以下説明する。

図9は、第二実施形態の波長可変干渉フィルター5Aの概略構成を示す平面図である。図10は、波長可変干渉フィルター5Aの固定基板51を可動基板52側から見た平面図である。図11は、波長可変干渉フィルター5Aの可動基板52を固定基板51側から見た平面図である。図12は、波長可変干渉フィルター5Aの断面図である。なお、上記第一実施形態と同一の構成については同符号を付し、その説明を省略または簡略する。

10

【0060】

上述した第一実施形態の波長可変干渉フィルター5では、1つの仮想円Qに沿って、2つの部分アクチュエーター55A、55Bが配置される例を示した。これに対して、第二実施形態では、中心点Oに対して同心円となる2つの仮想円Q1、Q2に沿って、部分アクチュエーター55C、55Dが配置される。以下、その構成について詳述する。

【0061】

〔6. 波長可変干渉フィルターの構成〕

（6-1. 固定基板の構成）

波長可変干渉フィルター5Aの固定基板51には、第一実施形態と同様に、エッチングにより電極形成溝511および反射膜固定部512が形成されている。

【0062】

電極形成溝511には、第一固定部分電極543Cおよび第二固定部分電極543Dを備えた固定電極541が形成されている。ここで、第一固定部分電極543Cは、図9および図10に示すように、固定反射膜56の中心点Oを中心とした仮想円Q1に沿ったリング状に形成され、その幅寸法は同一寸法（均一）に形成されている。また、固定基板51には、第一固定部分電極543Cから頂点C1方向に向かって延出する第一引出電極545が設けられている。

30

一方、第二固定部分電極543Dは、第一固定部分電極543Cの外周側に設けられ、仮想円Q1よりも径寸法が大きい仮想円Q2に沿い、第一引出電極545に対応した位置のみが開口するC字状に形成され、その幅寸法は同一寸法（均一）に形成されている。また、固定基板51には、第二固定部分電極543Dから頂点C3方向に向かって延出する第二引出電極546が設けられている。

【0063】

反射膜固定部512および固定反射膜56の構成は、上記第一実施形態と同様であるため、ここでの説明は省略する。

【0064】

（6-2. 可動基板の構成）

波長可変干渉フィルター5Aの可動基板52は、第一実施形態と同様、エッチングにより形成される可動部521と、保持部522とを備えている。

また、波長可変干渉フィルター5Aの可動基板52は、図9および図11に示すように、固定基板51の電極パッド545P、546Pに対応する位置に、それぞれ切欠部524を備えている。これらの切欠部524により、波長可変干渉フィルター5Aの可動基板52側の面に電極パッド545P、546Pが露出する。

【0065】

可動部521、保持部522、および可動反射膜57の構成は、上記第一実施形態と同様であるため、ここでの説明は省略する。

50

## 【 0 0 6 6 】

そして、可動基板 5 2 には、図 9、図 1 1、図 1 2 に示すように、第一固定部分電極 5 4 3 C および第二固定部分電極 5 4 3 D よりも、平面視における幅寸法が大きく、第一固定部分電極 5 4 3 C に対向する第一対向領域 5 4 4 C、および第二固定部分電極 5 4 3 D に対向する第二対向領域 5 4 4 D を覆い、周方向に沿って均一幅寸法となる円環形状の可動電極 5 4 2 A が設けられている。

## 【 0 0 6 7 】

このような波長可変干渉フィルター 5 A では、第一固定部分電極 5 4 3 C および可動電極 5 4 2 A の第一対向領域 5 4 4 C により、幅寸法が均一な円環状の部分アクチュエーター 5 5 C が構成される。また、第二固定部分電極 5 4 3 D および第二電極 5 4 2 A の第二対向領域 5 4 4 D により、幅寸法が均一な C 字状の部分アクチュエーター 5 5 D が構成される。

10

## 【 0 0 6 8 】

〔 7 . 第二実施形態の作用効果 〕

第二実施形態の波長可変干渉フィルター 5 A は、上記第一実施形態の波長可変干渉フィルター 5 と同様に効果が得られる。

すなわち、第一引出電極 5 4 5 の第一電極パッド 5 4 5 P と、第二引出電極 5 4 6 の第二電極パッド 5 4 6 P との間に駆動電圧を印可することで、部分アクチュエーター 5 5 C、5 5 D を駆動させることができる。

また、第一電極パッド 5 4 5 P および第二電極パッド 5 4 6 P は、固定基板 5 1 上に形成されているため、波長可変干渉フィルター 5 A を測色センサー 3 に組み込む際、波長可変干渉フィルター 5 A の可動基板 5 2 側から配線作業を簡単に実施できる。また、配線時に可動基板 5 2 には応力が加わらないので、固定基板 5 1 および可動基板 5 2 の剥離や、可動基板 5 2 の傾斜が発生せず、波長可変干渉フィルター 5 A の性能低下を防止できる。また、固定基板 5 1 の各電極パッド 5 4 5 P、5 4 6 P に対して確実に配線することができるので、配線信頼性が向上し、測色センサー 3 や測色装置 1 の信頼性をも向上させることができる。

20

## 【 0 0 6 9 】

また、第一部分アクチュエーター 5 5 C において、仮想円 Q 1 の全周に亘って均一な静電引力を発生させることができ、また、第二部分アクチュエーター 5 5 D においても、仮想円 Q 2 の略全周に亘って均一な静電引力を発生させることができる。したがって、静電引力のムラを軽減でき、可動部 5 2 1 の傾斜を防止することができる。

30

## 【 0 0 7 0 】

〔 他の実施の形態 〕

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。

## 【 0 0 7 1 】

例えば、上記第一および第二実施形態では、ダイヤフラム状の保持部 5 2 2 を例示するが、可動部の中心に対して点対象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。

40

## 【 0 0 7 2 】

また、上記第一および第二実施形態において、1つの静電アクチュエーター 5 4 が設けられる構成としたが、複数の静電アクチュエーターが並列接続される構成としてもよい。

## 【 0 0 7 3 】

また、可動電極 5 4 2 が設けられる位置として、保持部 5 2 2 上としたが、例えば可動部 5 2 1 上に可動電極 5 4 2 が設けられる構成としてもよい。この場合、可動電極 5 4 2 の内部応力の影響を小さくでき、保持部 5 2 2 の撓みを防止できる。

## 【 0 0 7 4 】

さらに、上記第一および第二実施形態では、波長可変干渉フィルター 5、5 A として、第二基板である可動基板 5 2 に可動部 5 2 1 が設けられ、可動基板 5 2 の可動部 5 2 1 が

50

固定基板 5 1 側に向かって変位する例を示したが、これに限らない。例えば、固定基板 5 1 にも可動部が設けられ、この可動部が可動基板 5 2 側に変位可能な構成などとしてもよい。

【 0 0 7 5 】

そして、上記実施形態において、光モジュールとして、測色センサー 3 を例示し、光分析装置として測色装置 1 を例示したが、これに限定されない。

例えば、本発明の光モジュールを、波長可変干渉フィルター 5 により取り出された光を受光素子により受光することで、ガス特有の吸収波長を検出するガス検出モジュールとして用いることもでき、光分析装置として、ガス検出モジュールにより検出された吸収波長からガスの種類を判別するガス検出装置として用いることもできる。

10

さらには、例えば、光モジュールは、例えば光ファイバーなどの光伝達媒体により伝送された光から所望の波長の光を抽出する光通信モジュールとしても用いることができる。また、光分析装置として、このような光通信モジュールから抽出された光からデータをデコード処理し、光により伝送されたデータを抽出する光通信装置として用いることもできる。

【 0 0 7 6 】

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。

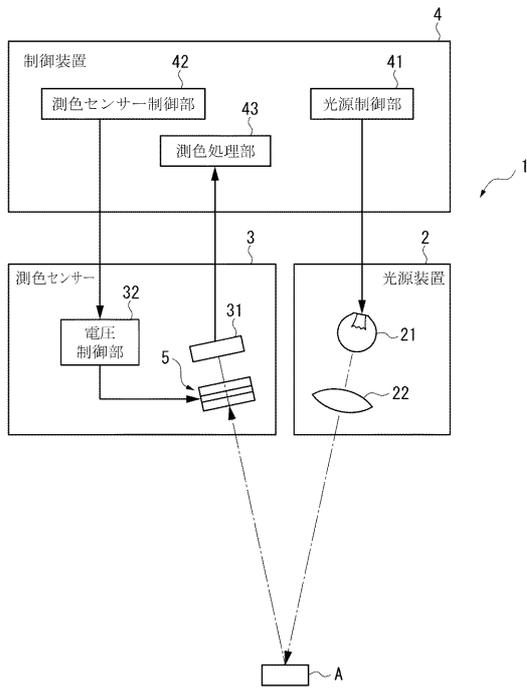
【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

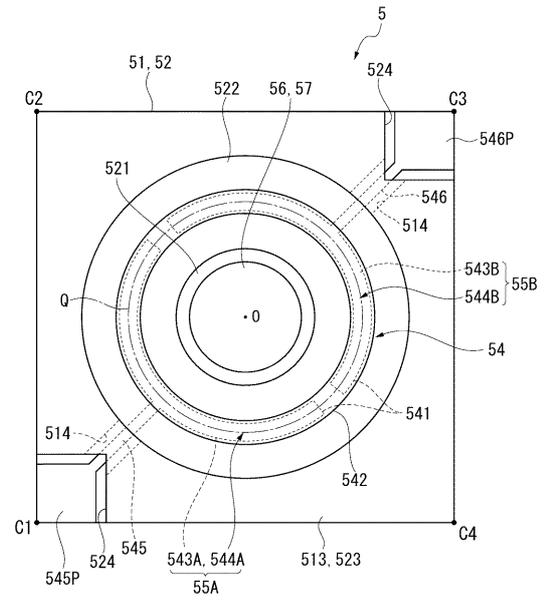
1 ... 光分析装置としての測色装置、 3 ... 光モジュールとしての測色センサー、 5 , 5 A ... 波長可変干渉フィルター、 3 1 ... 検出部、 4 3 ... 分析処理部である測色処理部、 5 1 ... 第一基板である固定基板、 5 2 ... 第二基板である可動基板、 5 4 ... 静電アクチュエーター、 5 5 A , 5 5 C ... 第一部分アクチュエーター、 5 5 B , 5 5 D ... 第二部分アクチュエーター、 5 6 ... 第一反射膜である固定反射膜、 5 7 ... 第二反射膜である可動反射膜、 5 2 1 ... 可動部、 5 2 2 ... 保持部、 5 4 1 ... 第一電極である固定電極、 5 4 2 ... 第二電極である可動電極、 5 4 3 A , 5 4 3 C ... 第一部分電極である第一固定部分電極、 5 4 3 B , 5 4 3 D ... 第二部分電極である第二固定部分電極、 5 4 4 A , 5 4 4 C ... 第一対向領域、 5 4 4 B , 5 4 4 D ... 第二対向領域、 5 4 5 ... 第一引出電極、 5 4 6 ... 第二引出電極。

20

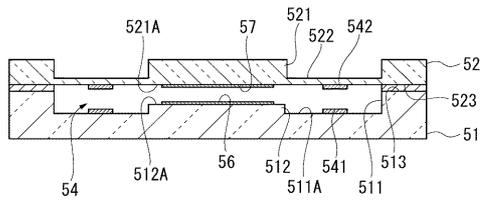
【 図 1 】



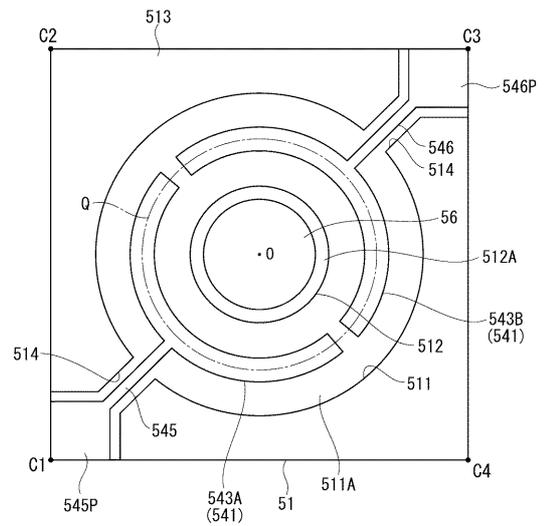
【 図 2 】



【 図 3 】

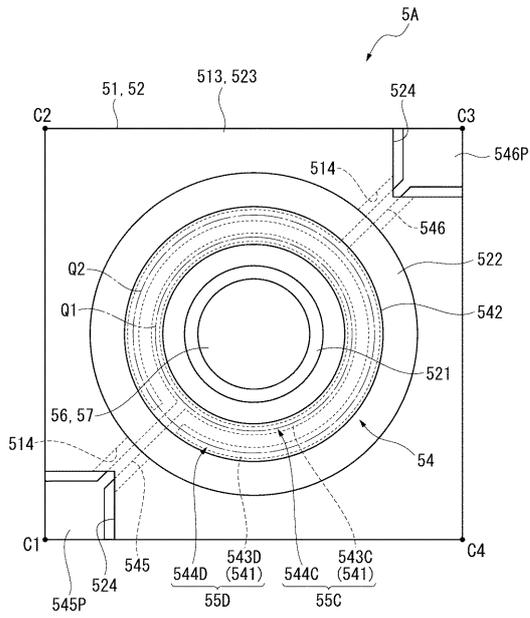


【 図 4 】

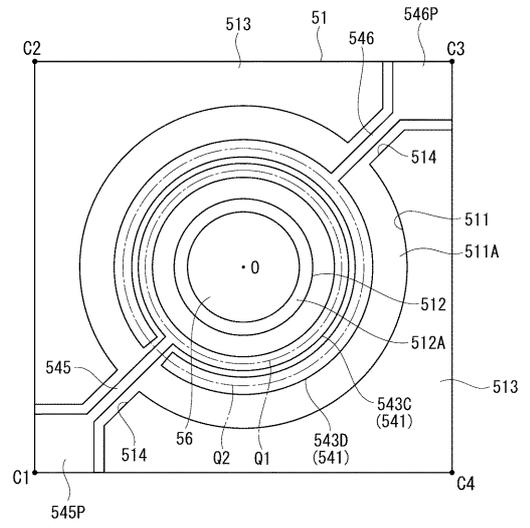




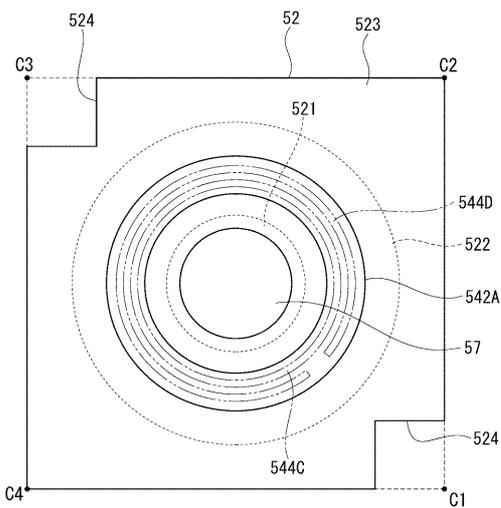
【 図 9 】



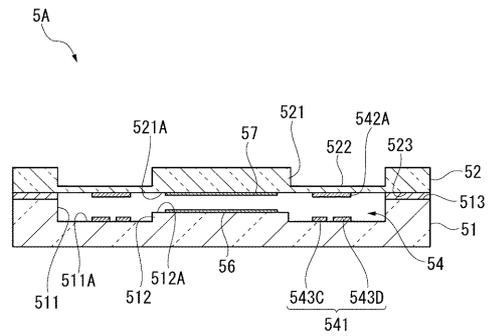
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第2区分  
 【発行日】平成26年3月6日(2014.3.6)

【公開番号】特開2012-150353(P2012-150353A)  
 【公開日】平成24年8月9日(2012.8.9)  
 【年通号数】公開・登録公報2012-031  
 【出願番号】特願2011-10062(P2011-10062)

【国際特許分類】

G 0 2 B 26/00 (2006.01)  
 G 0 2 B 5/28 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 26/00  
 G 0 2 B 5/28

【手続補正書】

【提出日】平成26年1月17日(2014.1.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一基板と、  
 前記第一基板と互い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、前記第一反射膜とギャップを介して対向する第二反射膜と、  
 前記第一基板に設けられた第一電極、および前記第二基板に設けられて前記第一電極と互いに対向する第二電極を備えた静電アクチュエーターと、を具備し、  
 前記第二基板は、前記第一基板およ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、円形状に設けられ、前記第二反射膜が設けられた可動部と、前記可動部を前記第一基板に対して進退可能に保持する保持部と、を備え、  
 前記第一電極は、前記平面視において、前記可動部の中心点を中心とした仮想円に沿って設けられた第一部分電極および第二部分電極を備え、  
前記第二電極は、前記平面視において、前記第一部分電極に重なる第一対向領域と、前記第二部分電極に重なる第二対向領域とを備え、前記可動部の中心点を中心とした円環状であり、  
 前記第一部分電極および前記第二電極の前記第一対向領域の間で構成された第一部分アクチュエーターは、前記平面視において、前記仮想円に沿って同幅寸法となり、  
 前記第二部分電極および前記第二電極の前記第二対向領域の間で構成された第二部分アクチュエーターは、前記平面視において、前記仮想円に沿って同幅寸法となる  
 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、

前記第一基板には、前記第一部分電極から前記第一基板の外周縁に向かって延出する第一引出電極と、前記第二部分電極から前記第一基板の外周縁に向かって延出する第二引出電極とが設けられている

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 又は請求項 2 に記載の波長可変干渉フィルターにおいて、  
 前記第一部分電極は、第一仮想円に沿う円環形状であり、  
 前記第二部分電極は、前記第一仮想円よりも径寸法が大きい第二仮想円に沿う円弧形状  
 である

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 又は請求項 2 に記載の波長可変干渉フィルターにおいて、  
 前記第一部分電極は、第一仮想円に沿う円弧形状であり、  
 前記第二部分電極は、前記第一仮想円に沿う円弧形状であり、前記平面視において、前  
 記第一部分電極と同一形状に形成され、かつ、前記可動部の中心点に対し、前記第一部分  
 電極と点対称となる位置に設けられた

ことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 5】

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、前記第一反射膜とギャップを介して対向する第二反射膜と、  
 前記第一基板に設けられた第一電極と前記第二基板に設けられた第二電極とが対向する  
 第一容量部、及び前記第一基板に設けられた第三電極と前記第二電極とが対向する第二容  
 量部を有する静電アクチュエーターと、を備え、

前記第一電極、前記第三電極の面積は同一であり、

前記第一容量部と前記第二容量部とが電気的に直列に接続されている

ことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の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取り出された光を検出する検出部と、  
 を具備したことを特徴とする光モジュール。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光モジュールと、  
 前記光モジュールの前記検出部により検出された光に基づいて、前記光の光特性を分析  
 する分析処理部と、  
 を具備したことを特徴とする光分析装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

本発明の波長可変干渉フィルターは、第一基板と、前記第一基板と互に対向する第二  
 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  
 射膜とギャップを介して対向する第二反射膜と、前記第一基板に設けられた第一電極、お  
 よび前記第二基板に設けられて前記第一電極と互に対向する第二電極を備えた静電アク  
 チュエーターと、を具備し、前記第二基板は、前記第一基板およ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、円形状に設けられ、前記第二反射膜が設けられた可動部  
 と、前記可動部を前記第一基板に対して進退可能に保持する保持部と、を備え、前記第一  
 電極は、前記平面視において、前記可動部の中心点を中心とした仮想円に沿って設けられ  
 た第一部分電極および第二部分電極を備え、前記第二電極は、前記平面視において、前記  
 第一部分電極に重なる第一対向領域と、前記第二部分電極に重なる第二対向領域とを備え  
 、前記可動部の中心点を中心とした円環状であり、前記第一部分電極および前記第二電極  
 の前記第一対向領域の間で構成された第一部分アクチュエーターは、前記平面視において

、前記仮想円に沿って同幅寸法となり、前記第二部分電極および前記第二電極の前記第二対向領域の間で構成された第二部分アクチュエーターは、前記平面視において、前記仮想円に沿って同幅寸法となることを特徴とする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

この発明では、第一基板に形成された第一電極は、互いに絶縁された第一部分電極および第二部分電極を備えている。また、第二基板に形成された第二電極は、第一部分電極に対向する第一対向領域、および第二部分電極に対向する第二対向領域を備えた円環形状に形成されている。

このような構成では、第一部分電極および第二電極の第一対向領域の間、第二部分電極および第二電極の第二対向領域の間に、それぞれ電圧が印可される。これにより、これらの電極間で発生する静電引力により、第一基板および第二基板のうち少なくともいずれか一方を、他方の基板に向かって撓ませることが可能となり、第一反射膜および第二反射膜間のギャップの間隔寸法を変更させることができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

また、第一部分電極と第二電極の第一対向領域により構成された第一部分アクチュエーター、および第二部分電極と第二電極の第二対向領域により構成された第二部分アクチュエーターは、それぞれ、仮想円の円周方向に沿って同一幅寸法に形成されているため、円周方向に沿って静電引力にムラが生じることがない。したがって、可動部を変位させた際に、静電引力のムラによる可動部の傾斜や撓みを防止でき、波長可変干渉フィルターにおける分解能を高精度に維持することができる。

さらに、第二電極は、可動部の中心点を中心とした円環形状に形成されているため、第二電極の膜応力が保持部に及ぼす影響が周方向に沿って均一となり、第二電極の膜応力による保持部の撓みや可動部の傾斜を防止できる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明の波長可変干渉フィルターにおいて、前記第一基板には、前記第一部分電極から前記第一基板の外周縁に向かって延出する第一引出電極と、前記第二部分電極から前記第一基板の外周縁に向かって延出する第二引出電極とが設けられていることが好ましい。

本発明では、第一引出電極および第二引出電極は、第一基板に形成されているので、波長可変干渉フィルターを、センサー本体等の光モジュールに組み込む際でも、第一基板に形成された各引出電極に対して配線作業を実施するだけでよく、作業効率を向上させることができる。

また、例えば、第一基板および第二基板の双方に引出電極が形成され、第一基板を光モジュールの固定部に固定した状態で、これらの引出電極に配線作業を実施する場合、第二基板の引出電極に配線を接続する際に、第二基板を第一基板から引き離す方向に応力が加わる場合がある。この場合、第一基板および第二基板が剥離したり、応力により、基板が

撓んで反射膜間のギャップが変動したりするおそれもあり、剥離や基板の撓みを防止するために弱い力で配線を実施すると、配線信頼性が低下してしまうおそれもある。

これに対して、本実施形態では、第一基板にのみ第一引出電極および第二引出電極が形成されているため、例えば光モジュールの固定部に第一基板を固定して配線作業を行う場合、第二基板に対して応力が加わらず、剥離や基板撓み等の不都合を防止することができ、十分な配線信頼性をも得ることができる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

このような波長可変干渉フィルター 5 A では、第一固定部分電極 5 4 3 C および可動電極 5 4 2 A の第一対向領域 5 4 4 C により、幅寸法が均一な円環状の部分アクチュエーター 5 5 C が構成される。また、第二固定部分電極 5 4 3 D および可動電極 5 4 2 A の第二対向領域 5 4 4 D により、幅寸法が均一な C 字状の部分アクチュエーター 5 5 D が構成される。