

(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2014-164068

(P2014-164068A)

(43) 公開日 平成26年9月8日(2014.9.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 26/00 (2006.01)</b>	G02B 26/00	2G020
<b>B81B 3/00 (2006.01)</b>	B81B 3/00	2G043
<b>G01J 3/26 (2006.01)</b>	G01J 3/26	2G059
G01J 3/50 (2006.01)	G01J 3/50	2H141
G01N 21/65 (2006.01)	G01N 21/65	3C081

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-34258 (P2013-34258)  
 (22) 出願日 平成25年2月25日 (2013.2.25)

(71) 出願人 00002369  
 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 100095728  
 弁理士 上柳 雅誉  
 (74) 代理人 100127661  
 弁理士 官坂 一彦  
 (74) 代理人 100116665  
 弁理士 渡辺 和昭  
 (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  
 Fターム(参考) 2G020 AA03 AA04 AA08 CC23 DA05  
 DA12 DA33 DA34

最終頁に続く

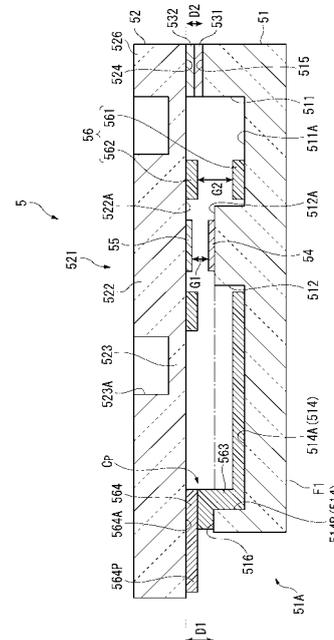
(54) 【発明の名称】 波長可変干渉フィルター、光学フィルターデバイス、光学モジュール、および電子機器

(57) 【要約】

【課題】 基板間導通部における電極膜厚の自由度の向上が可能な波長可変干渉フィルター等を提供すること。

【解決手段】 波長可変干渉フィルター5は、一对の基板51、52と、これら基板に設けられた一对の反射膜54、55と、第1電極561と、第2電極562と、第1基板51に設けられ、第1電極561から第1基板51の外周縁側まで設けられた第1導通電極563と、第2基板52に設けられ、第1導通電極563と導通する第2導通電極564と、基板51、52の接合面515、524を接合する接合層とを備える。第1基板51は第1導通電極563と第2導通電極564とが接触する接触面に対向する第1導通電極面516を有し、第2基板52は前記接触面に対向する第2導通電極面564Aを有する。第1導通電極面516から第2導通電極面564Aまでの最小距離D1と、第1接合面515から第2接合面524までの最小距離D2とが異なる。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 基板と、  
 前記第 1 基板に対向する第 2 基板と、  
 前記第 1 基板に設けられ、入射光の一部を反射し一部を透過する第 1 反射膜と、  
 前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 反射膜に対向し、入射光の一部を反射し一部を透過する第 2 反射膜と、  
 前記第 1 基板に設けられた第 1 電極と、  
 前記第 1 基板に設けられ、前記第 1 電極から前記第 1 電極よりも前記第 1 基板の外周縁側まで設けられた第 1 導通電極と、  
 前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 電極に対向する第 2 電極と、  
 前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 導通電極を介して前記第 1 電極と電氣的に接続される第 2 導通電極と、  
 前記第 1 基板の第 1 接合面と前記第 1 接合面に対向する前記第 2 基板の第 2 接合面とを接合する接合層と、を備え、  
 前記第 1 基板は、前記第 1 導通電極と前記第 2 導通電極とが接触する接触面に対向する第 1 導通電極面を有し、  
 前記第 2 基板は、前記接触面に対向する第 2 導通電極面を有し、  
 前記第 1 導通電極面から前記第 2 導通電極面までの最小距離と、前記第 1 接合面から前記第 2 接合面までの最小距離とが異なる  
 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 に記載の波長可変干渉フィルターにおいて、  
 前記第 1 導通電極面から前記第 2 導通電極面までの最小距離が、前記第 1 接合面から前記第 2 接合面までの最小距離よりも長い  
 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 1 導通電極面から前記第 2 導通電極面までの最小距離が、前記第 1 接合面から前記第 2 接合面までの最小距離よりも短い  
 ことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

30

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 まで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 2 基板の前記第 2 導通電極面が設けられる部位は、当該第 2 基板の厚み方向に対して可撓性を有する  
 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 から請求項 4 まで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 1 基板の前記第 1 導通電極面が設けられる部位は、当該第 1 基板の厚み方向に対して可撓性を有する  
 ことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

40

## 【請求項 6】

対向する反射膜間の距離に応じた波長の光を外部に出射し、第 1 電極と、前記第 1 電極に対向する第 2 電極との電位差により前記距離を変動させる波長可変干渉フィルターであって、  
 前記第 1 電極と、前記第 1 電極に接続する第 1 導通電極とが設けられた第 1 基板と、  
 前記第 2 電極と、前記導通第 1 電極を介して前記第 1 電極と電氣的に接続する第 2 導通電極とが設けられた第 2 基板と、  
 前記第 1 基板と前記第 2 基板とを接合する接合層とを備え、  
 前記第 1 導通電極と、前記第 2 導通電極とが重なり接触している重層部の厚さと、前記

50

接合層の厚さと異なる

ことを特徴とする波長可変干渉フィルター。

【請求項 7】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向する第 2 基板と、前記第 1 基板に設けられ、入射光の一部を反射し一部を透過する第 1 反射膜と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 反射膜に対向し、入射光の一部を反射し一部を透過する第 2 反射膜と、前記第 1 基板に設けられた第 1 電極と、前記第 1 基板に設けられ、前記第 1 電極から前記第 1 電極よりも前記第 1 基板の外周縁側まで設けられた第 1 導通電極と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 電極に対向する第 2 電極と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 導通電極を介して前記第 1 電極と電氣的に接続される第 2 導通電極と、前記第 1 基板の第 1 接合面と前記第 1 接合面に対向する前記第 2 基板の第 2 接合面とを接合する接合層と、を備えた波長可変干渉フィルター、並びに

10

前記波長可変干渉フィルターを収納する筐体を備え、

前記第 1 基板は、前記第 1 導通電極と前記第 2 導通電極とが接触する接触面に対向する第 1 導通電極面を有し、

前記第 2 基板は、前記接触面に対向する第 2 導通電極面を有し、

前記第 1 導通電極面から前記第 2 導通電極面までの最小距離と、前記第 1 接合面から前記第 2 接合面までの最小距離とが異なる

ことを特徴とする光学フィルターデバイス。

【請求項 8】

20

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向する第 2 基板と、前記第 1 基板に設けられ、入射光の一部を反射し一部を透過する第 1 反射膜と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 反射膜に対向し、入射光の一部を反射し一部を透過する第 2 反射膜と、前記第 1 基板に設けられた第 1 電極と、前記第 1 基板に設けられ、前記第 1 電極から前記第 1 電極よりも前記第 1 基板の外周縁側まで設けられた第 1 導通電極と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 電極に対向する第 2 電極と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 導通電極を介して前記第 1 電極と電氣的に接続される第 2 導通電極と、前記第 1 基板の第 1 接合面と前記第 1 接合面に対向する前記第 2 基板の第 2 接合面とを接合する接合層と、を備えた波長可変干渉フィルター、並びに

前記第 1 反射膜と前記第 2 反射膜との間に入射した光が干渉して選択された波長の光を検出する検出部を備え、

30

前記第 1 基板は、前記第 1 導通電極と前記第 2 導通電極とが接触する接触面に対向する第 1 導通電極面を有し、

前記第 2 基板は、前記接触面に対向する第 2 導通電極面を有し、

前記第 1 導通電極面から前記第 2 導通電極面までの最小距離と、前記第 1 接合面から前記第 2 接合面までの最小距離とが異なる

ことを特徴とする光学モジュール。

【請求項 9】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向する第 2 基板と、前記第 1 基板に設けられ、入射光の一部を反射し一部を透過する第 1 反射膜と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 反射膜に対向し、入射光の一部を反射し一部を透過する第 2 反射膜と、前記第 1 基板に設けられた第 1 電極と、前記第 1 基板に設けられ、前記第 1 電極から前記第 1 電極よりも前記第 1 基板の外周縁側まで設けられた第 1 導通電極と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 電極に対向する第 2 電極と、前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 導通電極を介して前記第 1 電極と電氣的に接続される第 2 導通電極と、前記第 1 基板の第 1 接合面と前記第 1 接合面に対向する前記第 2 基板の第 2 接合面とを接合する接合層と、を備えた波長可変干渉フィルター、並びに

40

前記波長可変干渉フィルターを制御する制御部を備え、

前記第 1 基板は、前記第 1 導通電極と前記第 2 導通電極とが接触する接触面に対向する第 1 導通電極面を有し、

50

前記第2基板は、前記接触面に対向する第2導通電極面を有し、  
 前記第1導通電極面から前記第2導通電極面までの最小距離と、前記第1接合面から前記第2接合面までの最小距離とが異なる  
 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、および電子機器に関する。

10

【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、各基板の互いに対向する面にそれぞれ駆動電極を設けた波長可変干渉フィルターが知られている。このような波長可変干渉フィルターでは、駆動電極間に電圧を印加することで静電引力により反射膜間のギャップを調整する。

このような波長可変干渉フィルターでは、各基板に、各駆動電極から延びる第1導通電極を形成し、これらの第1導通電極に対して電圧印加用の配線を実施する必要がある。

【0003】

例えば、特許文献1に記載された波長可変干渉フィルターでは、互いに対向する第1基板および第2基板が接合膜を介して接合されている。接合膜は、第1基板の第1接合面および第2基板の第2接合面に設けられている。また、第1基板には、第1接合面と同一平面上に第1電極面が設けられており、第1電極面上に第2駆動電極へ電圧を印加するための第1導通電極が設けられている。特許文献1に記載された波長可変干渉フィルターは、この第1導通電極と、第2基板の駆動電極から延びる第2導通電極とが面接触することで第1導通電極と第2駆動電極とが導通された状態となる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-168438号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載された波長可変干渉フィルターにおいては、第1接合面と第1電極面とが同一平面上に設けられているため、第1導通電極および第2導通電極が接触する基板間導通部における基板間距離が、第1接合面および第2接合面の間隔に制限される。そのため、基板間導通部における第1導通電極および第2導通電極の膜厚は、接合膜の膜厚に制限され、自由度が低い。そのため、波長可変干渉フィルターに求められる仕様や性能に応じて、電極膜厚を接合層の膜厚よりも厚くしたり、薄くしたりすることを行い難いという問題がある。

40

【0006】

本発明の目的は、基板間で電極を接触させる基板間導通部における電極膜厚の自由度を向上させることのできる波長可変干渉フィルターを提供すること、並びに当該波長可変干渉フィルターを備える光学フィルターデバイス、光学モジュール、および電子機器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の波長可変干渉フィルターは、第1基板と、前記第1基板に対向する第2基板と、前記第1基板に設けられ、入射光の一部を反射し一部を透過する第1反射膜と、前記第2基板に設けられ、前記第1反射膜に対向し、入射光の一部を反射し一部を透過する第2

50

反射膜と、前記第1基板に設けられた第1電極と、前記第1基板に設けられ、前記第1電極から前記第1電極よりも前記第1基板の外周縁側まで設けられた第1導通電極と、前記第2基板に設けられ、前記第1電極に対向する第2電極と、前記第2基板に設けられ、前記第1導通電極を介して前記第1電極と電氣的に接続される第2導通電極と、前記第1基板の第1接合面と前記第1接合面に対向する前記第2基板の第2接合面とを接合する接合層と、を備え、前記第1基板は、前記第1導通電極と前記第2導通電極とが接触する接触面に対向する第1導通電極面を有し、前記第2基板は、前記接触面に対向する第2導通電極面を有し、前記第1導通電極面から前記第2導通電極面までの最小距離と、前記第1接合面から前記第2接合面までの最小距離とが異なることを特徴とする。

【0008】

本発明では、波長可変干渉フィルタは、第1導通電極と第2導通電極とが接触する接触面を有し、第1基板において第1導通電極が接触面に対向する第1導通電極面に設けられ、第2基板において第2導通電極が、接触面に対向する第2導通電極面に設けられている。また、本発明では、第1基板の第1接合面から第2基板の第2接合面までの最小距離と、第1基板の第1導通電極面から第2基板の第2導通電極面までの最小距離とが異なるように設定されている。すなわち、本発明では、第1接合面と第1導通電極面とが同一平面上ではなく、第1基板の厚さ方向で異なる平面上にそれぞれが設けられている。そのため、第1導通電極と第2導通電極とが電氣的に接続する基板間導通部において、接合層の膜厚に制限されることなく、第1導通電極および第2導通電極の膜厚を設定することができるようになる。したがって、本発明によれば、基板間で電極を接触させる基板間導通部における電極膜厚の自由度を向上させることができる。それゆえ、波長可変干渉フィルタに求められる仕様や性能に応じて、電極膜厚を接合層の膜厚よりも厚くしたり、薄くしたりすることができる。

【0009】

本発明の波長可変干渉フィルタにおいて、前記第1導通電極面から前記第2導通電極面までの最小距離が、前記第1接合面から前記第2接合面までの最小距離よりも長いことが好ましい。

【0010】

本発明では、第1導通電極面から第2導通電極面までの最小距離が、第1接合面から第2接合面までの最小距離よりも長いため、基板間導通部において、接合層の膜厚に制限されることなく、第1導通電極および第2導通電極の膜厚を厚く設定することができる。そのため、本発明では、電極の抵抗を低減させることができる。

【0011】

一方で、前記第1導通電極面から前記第2導通電極面までの最小距離が、前記第1接合面から前記第2接合面までの最小距離よりも短いことも好ましい。

【0012】

本発明では、第1導通電極面から第2導通電極面までの最小距離が、第1接合面から第2接合面までの最小距離よりも短いため、基板間導通部において、接合層の膜厚に制限されることなく、第1導通電極および第2導通電極の膜厚を薄く設定することができる。そのため、本発明では、電極の膜応力を低減させることができ、当該膜応力による基板の撓みや反りを抑制できる。

【0013】

本発明の波長可変干渉フィルタにおいて、前記第2基板の前記第2導通電極面が設けられる部位は、当該第2基板の厚み方向に対して可撓性を有することが好ましい。

【0014】

本発明では、第1導通電極と第2導通電極とが接触した際、その接触圧により第2基板に応力が加わる場合がある。特に、第1導通電極面上の第1導通電極と、第2導通電極面上の第2導通電極との導通信頼性を向上させるために、これらの電極を圧接する場合、第2基板に大きな応力が加わる場合がある。本発明では、第2基板の第2導通電極面が設けられる部位が可撓性を有する。そのため、この可撓性を有する部位が撓むことで、第1導

10

20

30

40

50

通電極および第2導通電極が接触した際の接触圧による応力を逃がすことができる。その結果、第2基板が接触圧に起因する応力によって撓むことがなく、波長可変干渉フィルターにおける分解能の低下を抑えることができる。

【0015】

本発明の波長可変干渉フィルターにおいて、前記第1基板の前記第1導通電極面が設けられる部位は、当該第1基板の厚み方向に対して可撓性を有することが好ましい。

【0016】

本発明では、第1導通電極と第2導通電極とが接触した際、その接触圧により第1基板にも応力が加わる場合がある。特に、第1導通電極面上の第1導通電極と、第2導通電極面上の第2導通電極との導通信頼性を向上させるために、これらの電極を圧接する場合、第1基板にも大きな応力が加わる場合がある。本発明では、第1基板の第1導通電極面が設けられる部位が可撓性を有する。そのため、この可撓性を有する部位が撓むことで、第1導通電極および第2導通電極が接触した際の接触圧による応力を逃がすことができる。その結果、第1基板が接触圧に起因する応力によって撓むことがなく、波長可変干渉フィルターにおける分解能の低下を抑えることができる。

10

【0017】

本発明の上述とは別の形態に係る波長可変干渉フィルターは、対向する反射膜間の距離に応じた波長の光を外部に出射し、第1電極と、前記第1電極に対向する第2電極との電位差により前記距離を変動させる波長可変干渉フィルターであって、前記第1電極と、前記第1電極に接続する第1導通電極とが設けられた第1基板と、前記第2電極と、前記導通第1電極を介して前記第1電極と電気的に接続する第2導通電極とが設けられた第2基板と、前記第1基板と前記第2基板とを接合する接合層とを備え、前記第1導通電極と、前記第2導通電極とが重なり接触している重層部の厚さと、前記接合層の厚さとが異なることを特徴とする。

20

【0018】

本発明では、第1基板における第1導通電極および第2基板における第2導通電極が重なって接触している重層部の厚さと、接合層の厚さとが異なる。本発明では重層部において、第1基板の第1導通電極と第2基板の第2導通電極との間で導通が図られており、接合層の厚さに制限されることなく、重層部の厚さを設定することができるようになる。したがって、本発明によっても、基板間で電極を接触させる基板間導通部における電極膜厚の自由度を向上させることができる。それゆえ、波長可変干渉フィルターに求められる仕様や性能に応じて、電極膜厚を接合層の膜厚よりも厚くしたり、薄くしたりすることができる。

30

【0019】

本発明の光学フィルターデバイスは、第1基板と、前記第1基板に対向する第2基板と、前記第1基板に設けられ、入射光の一部を反射し一部を透過する第1反射膜と、前記第2基板に設けられ、前記第1反射膜に対向し、入射光の一部を反射し一部を透過する第2反射膜と、前記第1基板に設けられた第1電極と、前記第1基板に設けられ、前記第1電極から前記第1電極よりも前記第1基板の外周縁側まで設けられた第1導通電極と、前記第2基板に設けられ、前記第1電極に対向する第2電極と、前記第2基板に設けられ、前記第1導通電極を介して前記第1電極と電気的に接続される第2導通電極と、前記第1基板の第1接合面と前記第1接合面に対向する前記第2基板の第2接合面とを接合する接合層と、を備えた波長可変干渉フィルター、並びに前記波長可変干渉フィルターを収納する筐体を備え、前記第1基板は、前記第1導通電極と前記第2導通電極とが接触する接触面に対向する第1導通電極面を有し、前記第2基板は、前記接触面に対向する第2導通電極面を有し、前記第1導通電極面から前記第2導通電極面までの最小距離と、前記第1接合面から前記第2接合面までの最小距離とが異なることを特徴とする。

40

【0020】

本発明では、上述した発明と同様、波長可変干渉フィルターの基板間で電極を接触させる基板間導通部における電極膜厚の自由度を向上させることができる。これに加え、波長

50

可変干渉フィルタが筐体内に収納されるため、例えば、運搬時における衝撃等から波長可変干渉フィルタを保護することができる。また、波長可変干渉フィルタの第1反射膜や第2反射膜への異物の付着を抑制することができる。この異物としては、水滴や帯電物質等が挙げられる。

【0021】

本発明の光学モジュールは、第1基板と、前記第1基板に対向する第2基板と、前記第1基板に設けられ、入射光の一部を反射し一部を透過する第1反射膜と、前記第2基板に設けられ、前記第1反射膜に対向し、入射光の一部を反射し一部を透過する第2反射膜と、前記第1基板に設けられた第1電極と、前記第1基板に設けられ、前記第1電極から前記第1電極よりも前記第1基板の外周縁側まで設けられた第1導通電極と、前記第2基板に設けられ、前記第1電極に対向する第2電極と、前記第2基板に設けられ、前記第1導通電極を介して前記第1電極と電氣的に接続される第2導通電極と、前記第1基板の第1接合面と前記第1接合面に対向する前記第2基板の第2接合面とを接合する接合層と、を備えた波長可変干渉フィルタ、並びに前記第1反射膜と前記第2反射膜との間に入射した光が干渉して選択された波長の光を検出する検出部を備え、前記第1基板は、前記第1導通電極と前記第2導通電極とが接触する接触面に対向する第1導通電極面を有し、前記第2基板は、前記接触面に対向する第2導通電極面を有し、前記第1導通電極面から前記第2導通電極面までの最小距離と、前記第1接合面から前記第2接合面までの最小距離とが異なることを特徴とする。

10

【0022】

本発明では、上述した発明と同様、波長可変干渉フィルタの基板間で電極を接触させる基板間導通部における電極膜厚の自由度を向上させることができる。したがって、波長可変干渉フィルタの基板間導通部における電極膜厚を接合層の膜厚よりも厚く設定したり、薄く設定したりすることで、光学モジュールによる精度の高い光量検出を図ることができる。

20

【0023】

本発明の電子機器は、第1基板と、前記第1基板に対向する第2基板と、前記第1基板に設けられ、入射光の一部を反射し一部を透過する第1反射膜と、前記第2基板に設けられ、前記第1反射膜に対向し、入射光の一部を反射し一部を透過する第2反射膜と、前記第1基板に設けられた第1電極と、前記第1基板に設けられ、前記第1電極から前記第1電極よりも前記第1基板の外周縁側まで設けられた第1導通電極と、前記第2基板に設けられ、前記第1電極に対向する第2電極と、前記第2基板に設けられ、前記第1導通電極を介して前記第1電極と電氣的に接続される第2導通電極と、前記第1基板の第1接合面と前記第1接合面に対向する前記第2基板の第2接合面とを接合する接合層と、を備えた波長可変干渉フィルタ、並びに前記波長可変干渉フィルタを制御する制御部を備え、前記第1基板は、前記第1導通電極と前記第2導通電極とが接触する接触面に対向する第1導通電極面を有し、前記第2基板は、前記接触面に対向する第2導通電極面を有し、前記第1導通電極面から前記第2導通電極面までの最小距離と、前記第1接合面から前記第2接合面までの最小距離とが異なることを特徴とする。

30

【0024】

本発明では、上述した発明と同様、波長可変干渉フィルタの基板間で電極を接触させる基板間導通部における電極膜厚の自由度を向上させることができる。したがって、波長可変干渉フィルタの基板間導通部における電極膜厚を接合層の膜厚よりも厚く設定したり、薄く設定したりすることで、第1反射膜および第2反射膜の間で多重干渉されて選択された波長の光の高精度な取り出しを図ることができる。したがって、電子機器における取り出された光を用いた各種処理においても精度の高い処理を実現できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

【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。

【図2】本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。

50

- 【図 3】本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】本実施形態の波長可変干渉フィルターの第 1 基板を第 2 基板側から見た平面図。  
 【図 5】本実施形態の波長可変干渉フィルターの第 2 基板を第 1 基板側から見た平面図。  
 【図 6】本発明に係る第二実施形態の波長可変干渉フィルターの断面図。  
 【図 7】本発明に係る第三実施形態の波長可変干渉フィルターの断面図。  
 【図 8】本発明に係る第四実施形態の波長可変干渉フィルターの断面図。  
 【図 9】本発明に係る第五実施形態の波長可変干渉フィルターの部分断面図。  
 【図 10】本発明に係る第六実施形態の光学フィルターデバイスの概略構成を示す断面図

- 【図 11】本発明の電子機器である測色装置の一例を示すブロック図。  
 【図 12】本発明の電子機器であるガス検出装置の一例を示す概略図。  
 【図 13】図 12 の前記ガス検出装置の制御系の構成を示すブロック図。  
 【図 14】本発明の電子機器である食物分析装置の概略構成を示す図。  
 【図 15】本発明の電子機器であ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】

【0026】

[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である。  
 分光測定装置 1 は、本発明の電子機器であり、測定対象 X で反射された測定対象光に基づいて、測定対象光の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 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 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。

この分光測定装置 1 は、図 1 に示すように、光学モジュール 10 と、制御部 20 と、を備えている。

【0027】

[光学モジュールの構成]

次に、光学モジュール 10 の構成について、以下に説明する。

光学モジュール 10 は、図 1 に示すように、波長可変干渉フィルター 5 と、ディテクター 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 6 とを備えて構成される。

【0028】

ディテクター 11 は、光学モジュール 10 の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に応じた検出信号（電流）を出力する。

I - V 変換器 12 は、ディテクター 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、制御部 20 に出力する。

電圧制御部 6 の構成に関する詳細は後述する。

【0029】

(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る。図 3 は、図 2 の I - III 線における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。

本実施形態の波長可変干渉フィルター 5 は、いわゆるファブリーペローエタロンである。この波長可変干渉フィルター 5 は、図 2 に示すように、固定基板 51 と、可動基板 52 とを備えている。本実施形態では、固定基板 51 が第 1 基板に相当し、可動基板 52 が第 2 基板に相当するものとして説明する。なお、本実施形態とは逆に、第 1 基板が可動基板

10

20

30

40

50

5 2 であり、第 2 基板が固定基板 5 1 であってもよい。

これらの固定基板 5 1 および可動基板 5 2 は、それぞれ、各種ガラスや、水晶、シリコンなどにより形成されている。基板に用いられるガラスの種類としては、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である。固定基板 5 1 は、厚みが例えば 500  $\mu\text{m}$  の石英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。可動基板 5 2 は、厚みが例えば 200  $\mu\text{m}$  のガラス基材をエッチングにより加工することで形成される。

固定基板 5 1 および可動基板 5 2 は、プラズマ重合膜を用いたシロキサン接合などにより接合層を介して互いに接合されて一体的に構成される。具体的には、固定基板 5 1 が備える第 1 接合面 5 1 5 と、可動基板 5 2 が備える第 2 接合面 5 2 4 とが接合層を介して接合される。接合層は、第 1 接合膜 5 3 1 および第 2 接合膜 5 3 2 で構成される。第 1 接合膜 5 3 1 は、第 1 接合面 5 1 5 に設けられ、第 2 接合膜 5 3 2 は、第 2 接合面 5 2 4 に設けられる。

10

#### 【0030】

固定基板 5 1 には、固定反射膜 5 4 が設けられ、可動基板 5 2 には、可動反射膜 5 5 が設けられている。本実施形態では、固定反射膜 5 4 が第 1 反射膜に相当し、可動反射膜 5 5 が第 2 反射膜に相当する。固定反射膜 5 4 は、入射光の一部を反射し一部を透過する。可動反射膜 5 5 も入射光の一部を反射し一部を透過する。

これらの固定反射膜 5 4 および可動反射膜 5 5 は、反射膜間ギャップ G 1 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 G 1 の大きさ（ギャップ寸法）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。

20

この静電アクチュエーター 5 6 は、固定基板 5 1 に設けられた固定電極 5 6 1 と、可動基板 5 2 に設けられた可動電極 5 6 2 とにより構成されている。本実施形態では、固定電極 5 6 1 が第 1 電極に相当し、可動電極 5 6 2 が第 2 電極に相当する。また、固定電極 5 6 1 と可動電極 5 6 2 とで対向する駆動電極が構成される。

これらの固定電極 5 6 1 および可動電極 5 6 2 は、それぞれ固定基板 5 1 および可動基板 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。

#### 【0031】

（固定基板の構成）

図 4 は、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、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、静電アクチュエーター 5 6 による静電引力や、固定基板 5 1 上に設けられる膜部材の内部応力による固定基板 5 1 の撓みはない。固定基板 5 1 上に設けられる膜部材としては、例えば、固定反射膜 5 4 等である。

この固定基板 5 1 は、図 3 および図 4 に示すように、例えば、エッチングにより形成された電極配置溝 5 1 1、反射膜設置部 5 1 2、突出部 5 1 4 B を備える。

30

#### 【0032】

反射膜設置部 5 1 2 は、可動基板 5 2 に対向する反射膜設置面 5 1 2 A を有する。この反射膜設置面 5 1 2 A は、フィルター平面視で、固定基板 5 1 のフィルター中心点 O を中心とした所定半径の円形状の平面であり、可動基板 5 2 の固定基板 5 1 に対向する面（可動面 5 2 2 A）と平行な面となる。なお、本実施形態では、円形状の反射膜設置面 5 1 2 A を例示するが、これに限定されず、例えば八角形状や六角形状等の多角形状であってもよく、楕円形状であってもよい。

40

#### 【0033】

電極配置溝 5 1 1 は、フィルター平面視において、反射膜設置部 5 1 2 の外側に設けられ、フィルター中心点 O を中心とした環状に設けられている。また、電極配置溝 5 1 1 における可動基板 5 2 に対向する面は、反射膜設置面 5 1 2 A よりも、可動基板 5 2 からの距離が長い。この電極配置溝 5 1 1 は、可動基板 5 2 および反射膜設置面 5 1 2 A と平行

50

な電極設置面 5 1 1 A を備える。

【 0 0 3 4 】

固定基板 5 1 の外周縁には、切欠部 5 1 A および切欠部 5 1 B が設けられている。本実施形態では、切欠部 5 1 A および切欠部 5 1 B は、図 4 に示す固定基板 5 1 の平面図で見て、4 角形の 4 つの角の内、対角線上にある 2 つの角に、切欠部 5 1 A および切欠部 5 1 B が設けられている。なお、図 4 中には、固定基板 5 1 の仮想上の頂点 C 1 および頂点 C 2 が示されており、切欠部 5 1 A および切欠部 5 1 B は、頂点 C 1 側および頂点 C 2 側にて四角形状に固定基板 5 1 を切り欠いて形成されている。

【 0 0 3 5 】

固定基板 5 1 は、電極配置溝 5 1 1 の外周縁側から切欠部 5 1 A に向かって設けられた第 1 溝 5 1 4 と、電極配置溝 5 1 1 の外周縁から切欠部 5 1 B に向かって設けられた第 2 溝 5 1 7 とを有する。

第 1 溝 5 1 4 は、電極配置溝 5 1 1 の外周縁から切欠部 5 1 A に向かって設けられた第 1 溝部 5 1 4 A と、第 1 溝部 5 1 4 A の切欠部 5 1 A 側の先端部に連続して設けられた突出部 5 1 4 B と、を備えている。

第 1 溝部 5 1 4 A は、エッチングにより電極配置溝 5 1 1 と同一深さ寸法に設けられる溝であり、本実施形態では例えばフィルター平面視において L 字状に設けられている。

突出部 5 1 4 B は、エッチングにより電極配置溝 5 1 1 よりも浅い深さ寸法に設けられ、第 1 溝部 5 1 4 A よりも可動基板 5 2 側に突出する部位である。この突出部 5 1 4 B の可動基板 5 2 に対向する面は、第 1 接合面 5 1 5 とは異なる平面上にあり、第 1 導通電極面 5 1 6 を形成する。

本実施形態では、図 3 に示すように固定基板 5 1 の可動基板 5 2 に対向していない面を第 1 基準面 F 1 とした場合、第 1 導通電極面 5 1 6 は、当該第 1 基準面 F 1 に対して第 1 接合面 5 1 5 よりも第 1 基準面 F 1 側に位置する。

また、本実施形態では、第 1 導通電極面 5 1 6 と、反射膜設置面 5 1 2 A とが同一面内にある。

第 2 溝 5 1 7 も、エッチングにより電極配置溝 5 1 1 と同一深さ寸法に設けられる溝であり、本実施形態では例えばフィルター平面視において L 字状に設けられている。

【 0 0 3 6 】

電極設置面 5 1 1 A には、静電アクチュエーター 5 6 を構成する固定電極 5 6 1 が設けられている。この固定電極 5 6 1 としては、フィルター中心点 O を中心とした略環状に設けられていることが好ましく、円環状に設けられていることがより好ましい。なお、ここで述べる環状とは、一部が切り欠かれて、例えば C 字形状等になる構成も含まれる。

また、固定基板 5 1 には、固定電極 5 6 1 の外周縁側から、固定基板 5 1 の外周縁に向かって第 1 導通電極 5 6 3 が設けられている。本実施形態では、第 1 導通電極 5 6 3 は、固定電極 5 6 1 の外周縁側から、切欠部 5 1 A に向かう第 1 溝部 5 1 4 A に沿って、突出部 5 1 4 B まで設けられている。第 1 導通電極 5 6 3 の切欠部 5 1 A 側の先端部は、突出部 5 1 4 B の第 1 導通電極面 5 1 6 に設けられている。第 1 導通電極面 5 1 6 に設けられた第 1 導通電極 5 6 3 は、後述する可動基板 5 2 の第 2 導通電極面に設けられた第 2 導通電極と接触して電氣的に接続される。なお、第 1 導通電極 5 6 3 と第 2 導通電極とが接触する面が接触面であり、第 1 導通電極面 5 1 6 および第 2 導通電極面は、それぞれ接触面に対向する。

この固定電極 5 6 1 および第 1 導通電極 5 6 3 としては、導電性を有していればいかなる素材により構成されていてもよい。具体的には、固定電極 5 6 1 および第 1 導通電極 5 6 3 は、金属膜や合金膜に対して密着性が良好な金属酸化物により構成されており、例えば I T O ( Indium Tin Oxide ) 膜や、C r 層および A u 層の積層体等により構成されている。

また、固定電極 5 6 1 上に、固定電極 5 6 1 および可動電極 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。

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

10

20

30

40

50

を示すが、例えば、フィルター中心点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。

【0037】

反射膜設置部512の反射膜設置面512Aには、固定反射膜54が設けられている。

固定反射膜54は、反射膜設置部512に直接設けてもよいし、反射膜設置部512の上に他の薄膜（層）を設け、その上に設置してもよい。固定反射膜54としては、例えばAg等の金属膜や、Ag合金等、導電性の合金膜を用いることができる。Ag等の金属膜を用いる場合、Agの劣化を抑制するため保護膜を形成することが好ましい。

また、例えば高屈折率層をTiO<sub>2</sub>、低屈折率層をSiO<sub>2</sub>とし、高屈折率層と低屈折率層とを交互に積層して設けられた誘電体多層膜を用いてもよく、誘電体多層膜および金属膜を積層した反射膜や、誘電体単層膜および合金膜を積層した反射膜等を用いてもよい。

10

【0038】

固定基板51の光入射面（固定反射膜54が設けられない面）には、固定反射膜54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設けられる。この反射防止膜によれば、固定基板51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。

【0039】

そして、固定基板51の可動基板52に対向する面のうち、電極配置溝511、反射膜設置部512、第1溝部514A、突出部514Bおよび第2溝517が設けられない面は、第1接合面515を構成する。この第1接合面515は、第1接合膜531および第2接合膜532で構成される接合層により、可動基板52の第2接合面524に接合される。

20

【0040】

（可動基板の構成）

図5は、可動基板52を固定基板51側から見た平面図である。

可動基板52には、フィルター平面視で、フィルター中心点Oを中心とした円形の変位部521が設けられる。この変位部521は、図2、図3、および図5に示すように、固定基板51に向けて進退可能に移動する円柱状の可動部522と、この可動部522を可動基板52の厚み方向に移動可能に保持する連結保持部523と、連結保持部523の外側に設けられた基板外周部526と、を備えている。連結保持部523は、フィルター平面視で、円柱状の可動部522と同軸の円環状に設けられている。

30

可動基板52の固定基板51に対向する面において、固定基板51の第1接合面515と対向する領域が、可動基板52における第2接合面524となる。第2接合面524は、第1接合膜531および第2接合膜532で構成される接合層を介して第1接合面515と接合される。

なお、固定基板51と同様に、可動部522の固定基板51とは反対側の面には、反射防止膜が設けられていてもよい。

【0041】

変位部521は、例えば、可動基板52の形成素材である平板状のガラス基材をエッチングにより溝を形成することで形成される。すなわち、変位部521は、可動基板52の固定基板51に対向しない面に、連結保持部523を形成するための円環状の円環溝部523Aをエッチング形成することで形成されている。

40

【0042】

可動部522は、連結保持部523よりも厚み寸法が大きく設けられている。例えば、本実施形態では、可動基板52の基板外周部526の厚み寸法と同一寸法に設けられている。

この可動部522は、フィルター平面視において、少なくとも反射膜設置面512Aの外周縁の径寸法よりも大きい径寸法に設けられている。

可動部522の固定基板51に対向する面は、可動面522Aである。この可動面52

50

2 A は、固定基板 5 1 の反射膜設置面 5 1 2 A と平行に維持される。この可動面 5 2 2 A には、静電アクチュエーター 5 6 を構成する可動電極 5 6 2、および可動反射膜 5 5 が設けられている。可動電極 5 6 2 は、可動面 5 2 2 A に直接設けてもよいし、可動面 5 2 2 A の上に他の薄膜（層）を設け、その上に設置してもよい。

【0043】

可動電極 5 6 2 は、図 2、図 3 および図 5 に示すように、可動面 5 2 2 A に設けられるリング状の電極である。この可動電極 5 6 2 と、固定電極 5 6 1 とで、前述の静電アクチュエーター 5 6 が構成される。この可動電極 5 6 2 としては、固定電極 5 6 1 と同様に、導電性を有していればよく、例えば I T O 膜や、Cr 層に Au 層を積層した積層体等を用いることができる。

10

【0044】

図 5 中には、可動基板 5 2 の頂点 C 3 および頂点 C 4 が示されている。本実施形態では、固定基板 5 1 と可動基板 5 2 とが接合されると、固定基板 5 1 の頂点 C 1 と可動基板 5 2 の頂点 C 4 とが対向して配置され、固定基板 5 1 の頂点 C 2 と可動基板 5 2 の頂点 C 3 とが対向して配置される。

本実施形態では、可動電極 5 6 2 の外周縁側から頂点 C 3 側まで、L 字状に屈曲する第 3 導通電極 5 6 2 A が設けられている。第 3 導通電極 5 6 2 A の頂点 C 3 側の先端部は、電圧制御部 6 に接続される電極パッド 5 6 2 P を構成する。この電極パッド 5 6 2 P は、波長可変干渉フィルター 5 を固定基板 5 1 側から見た平面視で、固定基板 5 1 の切欠部 5 1 B において露出している。固定基板 5 1 と可動基板 5 2 とが接合されると、第 3 導通電極 5 6 2 A は、固定基板 5 1 の第 2 溝 5 1 7 に配置される。

20

【0045】

可動反射膜 5 5 は、可動部 5 2 2 の可動面 5 2 2 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、固定電極 5 6 1 と可動電極 5 6 2 との間の電極間ギャップ G 2 が反射膜 5 4、5 5 間の反射膜間ギャップ G 1 よりも大きい例を示すが、この例に限定されない。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 が電極間ギャップ G 2 よりも大きくなる構成としてもよい。

30

【0046】

連結保持部 5 2 3 は、可動部 5 2 2 の周囲を囲うダイアフラムである。このような連結保持部 5 2 3 は、可動部 5 2 2 よりも撓みやすく、僅かな静電引力により、可動部 5 2 2 を固定基板 5 1 側に変位させることが可能となる。なお、本実施形態では、ダイアフラム状の連結保持部 5 2 3 を例示するが、例えば、可動部 5 2 2 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連結保持部が設けられる構成などとしてもよい。

【0047】

可動基板 5 2 の頂点 C 4 側には、図 5 に示されているように、電極パッド 5 6 4 P が設けられている。この電極パッド 5 6 4 P は、波長可変干渉フィルター 5 を固定基板 5 1 側から見た平面視で、固定基板 5 1 の切欠部 5 1 A において露出している。電極パッド 5 6 4 P は、電圧制御部 6 に接続される。可動基板 5 2 には、電極パッド 5 6 4 P から可動基板 5 2 面に沿って内側に向かう第 2 導通電極 5 6 4 が設けられている。

40

第 2 導通電極 5 6 4 は、可動電極 5 6 2 や第 3 導通電極 5 6 2 A とは絶縁された電極であり、固定基板 5 1 側に設けられている第 1 導通電極 5 6 3 を介して固定電極 5 6 1 と電氣的に接続される。

第 2 導通電極 5 6 4 の可動基板 5 2 内側の先端部は、固定基板 5 1 の突出部 5 1 4 B の第 1 導通電極面 5 1 6 と対向する領域まで設けられている。第 2 導通電極 5 6 4 の当該先端部が設けられている面は、第 2 導通電極面 5 6 4 A である。第 2 導通電極面 5 6 4 A は、前述の接触面と対向し、第 1 導通電極面 5 1 6 とも対向する。第 2 導通電極面 5 6 4 A

50

上の第2導通電極564は、第1導通電極面516上の第1導通電極563と接触して電氣的に接続される。

第2導通電極面564Aは、可動面522Aおよび第2接合面524と同一面上にある。一方で、固定基板51の第1導通電極面516は、第1基準面F1に対して第1接合面515よりも第1基準面F1側に位置する。そのため、図2に示すように、第1導通電極面516から第2導通電極面564Aまでの最小距離D1は、第1接合面515から第2接合面524までの最小距離D2よりも長い。

#### 【0048】

固定基板51および可動基板52を接合すると、図2に示すように基板間導通部Cpにおいて、第2導通電極面564Aに設けられた第2導通電極564は、第1導通電極面516に設けられた第1導通電極563と面接触する。これにより、第2導通電極564と固定電極561とが導通された状態となる。なお、図2に示すように第1導通電極563と、第2導通電極564とが重なって接触している部位が本発明の一態様における重層部に相当する。

第2導通電極564および第1導通電極563の表面は、電気抵抗の低い材料とする方が好ましい。前記面接触される部分の接触抵抗を低減でき、余計な抵抗成分の介入がなく、確実な導通を取ることができるからである。この電気抵抗の低い材料としては、例えば、Auなどの金属膜やAu/Crなどの金属積層体、または、ITOなどの金属酸化物の表面にAuなどの金属材料もしくはAu/Crなどの金属積層体を積層した構成を選択できる。なお、ITOなどの金属酸化物からなる電極に対し、前記面接触のなされる領域周辺のみ局所的に金属膜又は金属積層膜が積層されている構成としてもよい。

#### 【0049】

電極パッド562Pおよび電極パッド564Pは、固定電極561や可動電極562と同様の材質で形成することができる。

電極パッド562Pおよび電極パッド564Pは、電圧制御部6に接続される。静電アクチュエーター56の駆動時には、電圧制御部6により、電極パッド562Pおよび電極パッド564Pに電圧が印加されることで、固定電極561および可動電極562に電圧が印加される。

#### 【0050】

##### (電圧制御部の構成)

電圧制御部6は、波長可変干渉フィルター5の可動基板52に接続されている。具体的には、電圧制御部6は、可動基板52の電極パッド564Pを介して第2導通電極564と接続され、電極パッド562Pを介して第3導通電極562Aに接続されている。第2導通電極564は、前述のとおり、第1導通電極563を介して、固定基板51の固定電極561と導通された状態となる。

電圧制御部6は、制御部20から測定対象波長に対応した電圧指令信号を受信すると、対応する電圧を電極パッド562Pおよび電極パッド564P間に印加する。これにより、波長可変干渉フィルター5の静電アクチュエーター56を構成する固定電極561および可動電極562間に、印加電圧に基づいた静電引力が発生する。この静電引力により、可動部522が固定基板51側に変位して、反射膜間ギャップG1の大きさが変化する。

#### 【0051】

##### (制御部の構成)

制御部20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。この制御部20は、図1に示すように、フィルター駆動部21と、光量取得部22と、分光測定部23と、を備える。

また、制御部20は、各種データを記憶する記憶部(図示略)を備え、記憶部には、静電アクチュエーター56を制御するためのV-データが記憶される。

このV-データには、静電アクチュエーター56に印加する電圧に対する、波長可変干渉フィルター5を透過する光のピーク波長が記録されている。

#### 【0052】

10

20

30

40

50

フィルター駆動部 2 1 は、波長可変干渉フィルター 5 により取り出す光の目的波長を設定する。またフィルター駆動部 2 1 は、記憶部に記憶された V - データから設定した目的波長に対応する目標電圧値を読み込む。そして、フィルター駆動部 2 1 は、読み込んだ目標電圧値を印加させる旨の制御信号を電圧制御部 6 に出力する。これにより、電圧制御部 6 から静電アクチュエーター 5 6 に目標電圧値の電圧が印加される。

光量取得部 2 2 は、ディテクター 1 1 により取得された光量に基づいて、波長可変干渉フィルター 5 を透過した目的波長の光の光量を取得する。

分光測定部 2 3 は、光量取得部 2 2 により取得された光量に基づいて、測定対象光のスペクトル特性を測定する。

分光測定部 2 3 における分光測定方法としては、例えば、測定対象波長に対してディテクター 1 1 により検出された光量を、当該測定対象波長の光量として分光スペクトルを測定する方法が挙げられる。その他の分光測定方法としては、複数の測定対象波長の光量に基づいて分光スペクトルを推定する方法等が挙げられる。

分光スペクトルを推定する方法としては、例えば、複数の測定対象波長に対する光量のそれぞれを行列要素とした計測スペクトル行列を生成し、この計測スペクトル行列に対して、所定の変換行列を作用させることで、測定対象となる光の分光スペクトルを推定する。この場合、分光スペクトルが既知である複数のサンプル光を、分光測定装置 1 により測定し、測定により得られた光量に基づいて生成される計測スペクトル行列に変換行列を作用させた行列と、既知の分光スペクトルとの偏差が最小となるように、変換行列を設定する。

#### 【 0 0 5 3 】

##### [ 第一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、固定基板 5 1 が有する第 1 導通電極面 5 1 6 上の第 1 導通電極 5 6 3 は、可動基板 5 2 が有する第 2 導通電極面 5 6 4 A 上の第 2 導通電極 5 6 4 と面接触して電氣的に接続されている。さらに、波長可変干渉フィルター 5 では、固定基板 5 1 の第 1 接合面 5 1 5 から可動基板 5 2 の第 2 接合面 5 2 4 までの最小距離 D 2 と、固定基板 5 1 の第 1 導通電極面 5 1 6 から可動基板 5 2 の第 2 導通電極面 5 6 4 A までの最小距離 D 1 とが異なるように設定されている。すなわち、波長可変干渉フィルター 5 では、第 1 接合面 5 1 5 と第 1 導通電極面 5 1 6 とが同一平面上ではなく、固定基板 5 1 の厚さ方向で異なる平面上にそれぞれが設けられている。そのため、第 1 導通電極 5 6 3 と第 2 導通電極 5 6 4 とが電氣的に接続する基板間導通部 C p において、第 1 接合膜 5 3 1 と第 2 接合膜 5 3 2 とで構成される接合層の膜厚に制限されることなく、第 1 導通電極 5 6 3 および第 2 導通電極 5 6 4 の膜厚を設定することができるようになる。したがって、波長可変干渉フィルター 5 によれば、固定基板 5 1 および可動基板 5 2 の間で電極を接触させる基板間導通部 C p における電極膜厚の自由度を向上させることができる。

#### 【 0 0 5 4 】

また、波長可変干渉フィルター 5 では、第 1 導通電極面 5 1 6 から第 2 導通電極面 5 6 4 A までの最小距離 D 1 が、第 1 接合面 5 1 5 から第 2 接合面 5 2 4 までの最小距離 D 2 よりも長いため、基板間導通部 C p において、接合層の膜厚に制限されることなく、第 1 導通電極 5 6 3 および第 2 導通電極 5 6 4 の膜厚を厚く設定することができる。そのため、波長可変干渉フィルター 5 では、電極の抵抗を低減させることができる。

#### 【 0 0 5 5 】

さらに、波長可変干渉フィルター 5 では、第 1 導通電極面 5 1 6 と、反射膜設置面 5 1 2 A とが同一面内にある。そのため、固定基板 5 1 のエッチング加工時に、反射膜設置部 5 1 2 と同じ深さ寸法となるようにエッチングして、突出部 5 1 4 B を形成すればよい。すなわち、エッチング工程数を増やすことなく、波長可変干渉フィルター 5 を製造することができる。

#### 【 0 0 5 6 】

##### [ 第二実施形態 ]

以下、本発明に係る第二実施形態について、図6を参照して説明する。図6は、本実施形態における波長可変干渉フィルタ5Aを示す断面概略図である。なお、以下の説明では、前記実施形態と同一構成要素については、同一符号を付し、その説明を簡略または省略する。

#### 【0057】

本実施形態の波長可変干渉フィルタ5Aは、第1実施形態の固定基板51の突出部514Bよりも高さ寸法が大きい突出部514Cを備えている点で、第1実施形態の波長可変干渉フィルタ5と相違する。

突出部514Cは、可動基板52側に突出する部位であり、突出部514Cの可動基板52に対向する第1導通電極面516は、第1接合面515よりも可動基板52側に近い。本実施形態では、突出部514Cは、エッチングされない領域であり、第1接合面515がエッチングにより形成される。図6に示すように、固定基板51の可動基板52に対向していない面を第1基準面F1とした場合、第1導通電極面516は、当該第1基準面F1に対して第1接合面515よりも高い位置にある。そのため、本実施形態では、図6に示すように、第1導通電極面516から第2導通電極面564Aまでの最小距離D3は、第1接合面515から第2接合面524までの最小距離D2よりも短い。

#### 【0058】

##### [第二実施形態の作用効果]

波長可変干渉フィルタ5Aによれば、第1導通電極面516から第2導通電極面564Aまでの最小距離D3が、第1接合面515から第2接合面524までの最小距離D2よりも短いため、基板間導通部Cpにおいて、接合層の膜厚に制限されることなく、第1導通電極563および第2導通電極564の膜厚を薄く設定することができる。そのため、波長可変干渉フィルタ5Aは、電極の膜応力を低減させることができ、当該膜応力による基板の撓みや反りを抑制できる。

#### 【0059】

##### [第三実施形態]

以下、本発明に係る第三実施形態について、図7を参照して説明する。図7は、本実施形態における波長可変干渉フィルタ5Bを示す断面概略図である。なお、以下の説明では、前記実施形態と同一構成要素については、同一符号を付し、その説明を簡略または省略する。

#### 【0060】

波長可変干渉フィルタ5Bでは、第一実施形態の波長可変干渉フィルタとは異なり、固定基板51が第2基板に相当し、可動基板52が第1基板に相当する対応関係になっている。すなわち、波長可変干渉フィルタ5Bは、可動電極562へと電圧印加するための第2導通電極565が、固定基板51側に設けられている。本実施形態では、固定基板51に第一実施形態のような切欠部51Aおよび切欠部51Bが設けられておらず、四角形状の基板で構成される。本実施形態では、突出部514Bよりも外側部分、すなわち第一実施形態で切欠部51Aとされていた部分に電極パッド部565Pが設けられている。第2導通電極565は、電極パッド部565Pから、突出部514Bの上面まで設けられている。この突出部514Bの上面は、可動基板52に対向して設けられている第2導通電極面516Aであり、反射膜設置面512Aと同一平面となっている。

#### 【0061】

本実施形態では、電極パッド部565Pと対抗する可動基板52側の領域に切欠部52Aが設けられている。可動基板52の可動電極562の外周縁側から、切欠部52Aに向かって第1導通電極562Bが設けられている。可動基板52の固定基板51に対向する面の内、第2導通電極面516Aに対向する面が第1導通電極面566であり、第1導通電極562Bの切欠部52A側が、第1導通電極面566に配置されている。

第1導通電極562Bは、固定基板51の第1接合面515と可動基板52の第2接合面524とが第1接合膜531および第2接合膜532により接合された状態で、第2導通電極面516Aに設けられた第2導通電極565と面接触することで導通する。

本実施形態では、第2導通電極面516Aが第1接合面515よりも第1基準面F1側に位置するため、図7に示すように、第2導通電極面516Aから第1導通電極面566までの最小距離D4は、第1接合面515から第2接合面524までの最小距離D2よりも長い。

【0062】

[第三実施形態の作用効果]

波長可変干渉フィルター5Bによれば、上述の第一実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0063】

[第四実施形態]

以下、本発明に係る第四実施形態について、図8を参照して説明する。図8は、本実施形態における波長可変干渉フィルター5Cを示す断面概略図である。なお、以下の説明では、前記実施形態と同一構成要素については、同一符号を付し、その説明を簡略または省略する。

【0064】

波長可変干渉フィルター5Cの可動基板52には、第2導通電極面564Aに対応する位置に溝部527が設けられている。波長可変干渉フィルター5Cは、この溝部527の有無において、第一実施形態の波長可変干渉フィルター5とは異なる。

波長可変干渉フィルター5Cにおいては、第2導通電極面564Aと、溝部527の底面との間に、可撓性を有する薄肉部528が設けられる。この薄肉部528は弾性を有する。固定基板51と可動基板52との接合工程において第1導通電極563および第2導通電極564が積層されると、薄肉部528が固定基板51から離れる方向へ変形する。薄肉部528の弾性力により、第1導通電極563および第2導通電極564が圧接される。

【0065】

[第四実施形態の作用効果]

本実施形態によれば、上述の第一実施形態と同様の効果を奏する他、以下の効果を奏する。

本実施形態によれば、固定基板51および可動基板52同士が第1接合膜531および第2接合膜532を介して接合されると、薄肉部528が第1導通電極面516から離間する方向に変形する。そのため、薄肉部528の弾性力により、第2導通電極面564Aが第1導通電極面516側に付勢される。その結果、第1導通電極面516に設けられた第1導通電極563と、第2導通電極面564Aに設けられた第2導通電極564とが圧接されて、より確実に導通させることができる。さらに、薄肉部528が第1導通電極面516から離間する方向に変形することで、可動部522および連結保持部523に伝達する力を低減し、可動基板52の撓みや反りを抑制できる。

【0066】

[第五実施形態]

以下、本発明に係る第五実施形態について、図9を参照して説明する。図9は、本実施形態における波長可変干渉フィルター5Dの断面の一部を示す断面概略図である。なお、以下の説明では、前記実施形態と同一構成要素については、同一符号を付し、その説明を簡略または省略する。

【0067】

図9に示すように、波長可変干渉フィルター5Dは、第三実施形態の波長可変干渉フィルター5Bと比べて、第2導通電極565は突出部514Bの上面まで設けられておらず、突出部514Bよりも外側部分で第1導通電極562Bと接触している点で相違する。

本実施形態では、第2導通電極565および電極パッド部565Pが設けられている固定基板51の面が第2導通電極面516Bとなる。図9に示すように、第2導通電極面516Bは、第1基準面F1に対して第1接合面515よりも第1基準面F1側に位置する。そのため、第2導通電極面516Bから第1導通電極面566までの最小距離D5は、

10

20

30

40

50

第1接合面515から第2接合面524までの最小距離D2よりも長い。また、最小距離D5は、第三実施形態における最小距離D4よりも大きいため、第2導通電極565の膜厚は、固定電極561の膜厚に制限されずに、大きくすることができる。

【0068】

[第五実施形態の作用効果]

本実施形態によれば、上述の第三実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0069】

[第六実施形態]

以下、本発明に係る第六実施形態について、図面に基づいて説明する。

上記第一実施形態の分光測定装置1では、光学モジュール10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。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。

10

【0070】

図10は、本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。図10には、第一実施形態に係る波長可変干渉フィルター5が筐体601に収納された状態が示されている。なお、以下の説明では、前記実施形態と同一構成要素については、同一符号を付し、その説明を簡略または省略する。

20

【0071】

図10に示すように、光学フィルターデバイス600は、波長可変干渉フィルター5と、当該波長可変干渉フィルター5を収納する筐体601と、を備えている。

筐体601は、ベース基板610と、リッド620と、ベース側ガラス基板630と、リッド側ガラス基板640と、を備える。

【0072】

ベース基板610は、例えば単層セラミック基板により構成される。このベース基板610には、波長可変干渉フィルター5の可動基板52が設置される。ベース基板610への可動基板52の設置としては、例えば接着層等を介して配置されるものであってもよく、他の固定部材等に嵌合等されることで配置されるものであってもよい。また、ベース基板610には、光通過孔611が開口形成される。そして、この光通過孔611を覆うように、ベース側ガラス基板630が接合される。ベース側ガラス基板630の接合方法としては、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、エポキシ樹脂等による接着などを利用できる。

30

【0073】

このベース基板610のリッド620に対向するベース内側面612には、波長可変干渉フィルター5の第3導通電極562A、第2導通電極564のそれぞれに対応して内側端子部615が設けられている。なお、第3導通電極562A、第2導通電極564と内側端子部615との接続は、例えばFPC615Aを用いることができ、例えばAgペースト、ACF(Anisotropic Conductive Film)、ACP(Anisotropic Conductive Paste)等により接合する。なお、内部空間650を真空状態に維持する場合は、アウトガスが少ないAgペーストを用いることが好ましい。また、FPC615Aによる接続に限られず、例えばワイヤーボンディング等による配線接続を実施してもよい。

40

また、ベース基板610は、各内側端子部615が設けられる位置に対応して、貫通孔614が設けられており、各内側端子部615は、貫通孔614に充填された導電性部材を介して、ベース基板610のベース内側面612とは反対側のベース外側面613に設けられた外側端子部616に接続されている。

そして、ベース基板610の外周部には、リッド620に接合されるベース接合部617が設けられている。

【0074】

50

リッド620は、図10に示すように、ベース基板610のベース接合部617に接合されるリッド接合部624と、リッド接合部624から連続し、ベース基板610から離れる方向に立ち上がる側壁部625と、側壁部625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626とを備えている。このリッド620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620は、リッド接合部624と、ベース基板610のベース接合部617とが、接合されることで、ベース基板610に密着接合されている。

この接合方法としては、例えば、レーザー溶着の他、銀口ウ等を用いた半田付け、共晶合金層を用いた封着、低融点ガラスを用いた溶着、ガラス付着、ガラスフリット接合、エポキシ樹脂による接着等が挙げられる。これらの接合方法は、ベース基板610およびリッド620の素材や、接合環境等により、適宜選択することができる。

#### 【0075】

リッド620の天面部626は、ベース基板610に対して平行となる。この天面部626には、光通過孔621が開口形成されている。そして、この光通過孔621を覆うように、リッド側ガラス基板640が接合される。リッド側ガラス基板640の接合方法としては、ベース側ガラス基板630の接合同様に、例えばガラスフリット接合や、エポキシ樹脂等による接着などを用いることができる。

#### 【0076】

##### [ 第六実施形態の作用効果 ]

上述したような本実施形態の光学フィルターデバイス600では、筐体601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、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。また、光学フィルターデバイス600の内部が密閉された構成となるため、水滴や帯電物質等の異物の侵入を抑制でき、固定反射膜54や可動反射膜55にこれらの異物が付着する不都合も抑制することができる。

#### 【0077】

##### [ その他の実施形態 ]

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。

#### 【0078】

前記実施形態では、基板に形成した切欠部により電極パッドが外部に露出する構成を例に挙げて説明したが、本発明はこのような構成に限定されない。切欠部が設けられていない互いに大きさが異なる基板同士を接合させる構成としてもよい。例えば、第一実施形態のように可動基板側に電極パッドを設ける構成の場合には、切欠部を有さない固定基板よりも大きい可動基板を用いる。この可動基板を、固定基板の外周縁よりも外側に突出させ、この突出部分に電極パッドを設けることで、当該電極パッドが外部に露出する構成としてもよい。

#### 【0079】

前記実施形態では、第1導通電極面516と、反射膜設置面512Aとが同一面内にある態様や、第2導通電極面516Aと、反射膜設置面512Aとが同一面内にある態様を例に挙げて説明したが、このような態様に限定されず、同一面内ではなく、異なる面にそれぞれが設けられている態様の波長可変干渉フィルターでもよい。

#### 【0080】

前記第四実施形態の波長可変干渉フィルター5Cでは、可動基板52側に、薄肉部528が設けられた態様を例に挙げて説明したが、このような態様に限定されず、固定基板51の第1導通電極面516側の部位に可撓性を有する部位が設けられていてもよいし、両方に設けられていてもよい。このような薄肉部が設けられる点は、前記第四実施形態に限らず、その他の実施形態で説明した波長可変干渉フィルターや、それ以外の本発明に係る波長可変干渉フィルターにおいても適用され得る。

#### 【0081】

上記実施形態では、固定電極561および可動電極562により構成される静電アクチ

10

20

30

40

50

ューター 56 により、反射膜間ギャップ G1 の寸法を可変させる構成を例示したが、これに限定されない。

例えば、固定基板 51 に設けられる第 1 誘電コイルと、可動基板 52 に設けられる第 2 誘電コイルまたは永久磁石とにより構成される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 56 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、例えば連結保持部 523 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連結保持部 523 を撓ませることができる。

さらには、電圧印加により反射膜間ギャップ G1 の大きさを変化させる構成に限られない。例えば、波長可変干渉フィルター 5 の外の空気圧に対する、固定基板 51 および可動基板 52 の間の空気圧を変化させることで、反射膜間ギャップ G1 の大きさを調整する構成なども例示できる。

#### 【0082】

また、本発明の電子機器として、上記各実施形態では、分光測定装置 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、光学フィルターデバイス、光学モジュール、および電子機器を適用することができる。

#### 【0083】

例えば、図 11 に示すように、本発明の電子機器を、色を測定するための測色装置に適用することもできる。

図 11 は、波長可変干渉フィルター 5 を備えた測色装置 400 の一例を示すブロック図である。

この測色装置 400 は、図 11 に示すように、検査対象 A に光を射出する光源装置 410 と、測色センサー 420 (光学モジュール) と、測色装置 400 の全体動作を制御する制御装置 430 (制御部) とを備える。そして、この測色装置 400 は、光源装置 410 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 420 にて受光し、測色センサー 420 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。

#### 【0084】

光源装置 410 は、光源 411、複数のレンズ 412 (図 11 には 1 つのみ記載) を備え、検査対象 A に対して例えば基準光 (例えば、白色光) を射出する。また、複数のレンズ 412 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 410 は、光源 411 から射出された基準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 410 を備える測色装置 400 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 410 が設けられない構成としてもよい。

#### 【0085】

測色センサー 420 は、図 11 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ディテクター 421 と、波長可変干渉フィルター 5 の静電アクチュエーター 56 への印加電圧を制御する電圧制御部 15 とを備える。また、測色センサー 420 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 420 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、分光した光をディテクター 421 にて受光する。

#### 【0086】

制御装置 430 は、本発明の制御部であり、測色装置 400 の全体動作を制御する。

この制御装置 430 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 430 は、図 11 に示すように、光源制御部 431、測色センサー制御部 432、および測色処

10

20

30

40

50

理部 4 3 3 などを備えて構成されている。

光源制御部 4 3 1 は、光源装置 4 1 0 に接続され、例えば利用者の設定入力に基づいて、光源装置 4 1 0 に所定の制御信号を出力して、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 3 2 は、測色センサー 4 2 0 に接続され、例えば利用者の設定入力に基づいて、測色センサー 4 2 0 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指令信号を測色センサー 4 2 0 に出力する。これにより、測色センサー 4 2 0 の電圧制御部 1 5 は、制御信号に基づいて、静電アクチュエーター 5 6 に電圧を印加し、波長可変干渉フィルター 5 を駆動させる。

測色処理部 4 3 3 は、ディテクター 4 2 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。また、測色処理部 4 3 3 は、上記第一実施形態と同様、ディテクター 4 2 1 により得られた光量を計測スペクトル D として、推定行列 M s を用いて分光スペクトル S を推算することで検査対象 A の色度を分析してもよい。

【 0 0 8 7 】

また、本発明の電子機器の他の例として、特定物質の存在を検出するための光ベースのシステムが挙げられる。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等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 8 】

図 1 2 は、波長可変干渉フィルター 5 を備えたガス検出装置の一例を示す概略図である。

図 1 3 は、図 1 2 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 1 0 0 は、図 1 2 に示すように、センサーチップ 1 1 0 と、吸引口 1 2 0 A、吸引流路 1 2 0 B、排出流路 1 2 0 C、および排出口 1 2 0 D を備えた流路 1 2 0 と、本体部 1 3 0 と、を備えて構成されている。

本体部 1 3 0 は、流路 1 2 0 を着脱可能な開口を有するセンサー部カバー 1 3 1、排出手段 1 3 3、筐体 1 3 4、光学部 1 3 5、フィルター 1 3 6、波長可変干渉フィルター 5、および受光素子 1 3 7 (検出部) 等を含む検出装置と、検出された信号を処理し、検出部を制御する制御部 1 3 8、電力を供給する電力供給部 1 3 9 等から構成されている。また、光学部 1 3 5 は、光を射出する光源 1 3 5 A と、光源 1 3 5 A から入射された光をセンサーチップ 1 1 0 側に反射し、センサーチップ 1 1 0 側から入射された光を受光素子 1 3 7 側に透過するビームスプリッター 1 3 5 B と、レンズ 1 3 5 C、レンズ 1 3 5 D、レンズ 1 3 5 E と、により構成されている。

また、図 1 3 に示すように、ガス検出装置 1 0 0 の表面には、操作パネル 1 4 0、表示部 1 4 1、外部とのインターフェイスのための接続部 1 4 2、電力供給部 1 3 9 が設けられている。電力供給部 1 3 9 が二次電池の場合には、充電のための接続部 1 4 3 を備えてもよい。

さらに、ガス検出装置 1 0 0 の制御部 1 3 8 は、図 1 3 に示すように、CPU 等により構成された信号処理部 1 4 4、光源 1 3 5 A を制御するための光源ドライバー回路 1 4 5、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 1 4 6、受光素子 1 3 7 からの信号を受信する受光回路 1 4 7、センサーチップ 1 1 0 のコードを読み取り、センサーチップ 1 1 0 の有無を検出するセンサーチップ検出器 1 4 8 からの信号を受信するセンサーチップ検出回路 1 4 9、および排出手段 1 3 3 を制御する排出ドライバー回路 1 5 0 などを備えている。また、ガス検出装置 1 0 0 には、V - データを記憶する記憶部 (図示略) を備える。

【 0 0 8 9 】

次に、上記のようなガス検出装置 1 0 0 の動作について、以下に説明する。

本体部 1 3 0 の上部のセンサー部カバー 1 3 1 の内部には、センサーチップ検出器 1 4 8 が設けられており、このセンサーチップ検出器 1 4 8 でセンサーチップ 1 1 0 の有無が検出される。信号処理部 1 4 4 は、センサーチップ検出器 1 4 8 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。

#### 【0090】

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が射出される。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。なお、吸引口 120 A には、除塵フィルター 120 A 1 が設けられ、比較的大きい粉塵や一部の水蒸気などが除去される。

10

#### 【0091】

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。

20

これらのレイリー散乱光やラマン散乱光は、光学部 135 を通ってフィルター 136 に入射し、フィルター 136 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 144 は、電圧制御部 146 に対して制御信号を出力する。これにより、電圧制御部 146 は、上記第一実施形態に示すように、記憶部から測定対象波長に対応する電圧値を読み込み、その電圧を波長可変干渉フィルター 5 の静電アクチュエーター 56 に印加し、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 137 で受光されると、受光量に応じた受光信号が受光回路 147 を介して信号処理部 144 へ出力される。この場合、波長可変干渉フィルター 5 から目的とするラマン散乱光を精度よく取り出すことができる。

30

信号処理部 144 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、目的のガス分子か否かを判定し、物質の特定をする。また、信号処理部 144 は、表示部 141 にその結果情報を表示させたり、接続部 142 から外部へ出力したりする。

#### 【0092】

なお、上記図 12 および図 13 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 100 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。

40

#### 【0093】

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。

#### 【0094】

図 14 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

50

概略構成を示す図である。

この食物分析装置 200 は、図 14 に示すように、検出器 210（光学モジュール）と、制御部 220 と、表示部 230 と、を備えている。検出器 210 は、光を射出する光源 211 と、測定対象物からの光が導入される撮像レンズ 212 と、撮像レンズ 212 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 213（検出部）と、を備えている。

また、制御部 220 は、光源 211 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 221 と、波長可変干渉フィルター 5 を制御する電圧制御部 222 と、撮像部 213 を制御し、撮像部 213 で撮像された分光画像を取得する検出制御部 223 と、信号処理部 224 と、記憶部 225 と、を備えている。

10

#### 【0095】

この食物分析装置 200 は、システムを駆動させると、光源制御部 221 により光源 211 が制御されて、光源 211 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 212 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 222 の制御により、波長可変干渉フィルター 5 が駆動される。これにより、波長可変干渉フィルター 5 から精度よく目的波長の光を取り出すことができる。そして、取り出された光は、例えば CCD カメラ等により構成される撮像部 213 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 225 に蓄積される。また、信号処理部 224 は、電圧制御部 222 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。

20

#### 【0096】

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る。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。

30

そして、信号処理部 224 は、上述のようにして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。

#### 【0097】

また、図 14 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。

40

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。

#### 【0098】

さらには、本発明の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、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本発明の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。

50

## 【0099】

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5を内蔵した赤外線カメラが挙げられる。

図15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15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15に示すように、対物レンズ321、結像レンズ322、およ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。

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。

## 【0100】

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、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。

## 【0101】

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、本発明の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。

## 【0102】

上記のとおり、本発明の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、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。

## 【0103】

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。

## 【符号の説明】

## 【0104】

1...分光測定装置、10...光学モジュール、100...ガス検出装置、138...制御部、20...制御部、200...食物分析装置、220...制御部、300...分光カメラ、400...測色装置、5, 5A, 5B, 5C, 5D...波長可変干渉フィルター、51...固定基板、515...第1接合面、516, 566...第1導通電極面、52...可動基板、524...第2接合面、528...薄肉部、54...固定反射膜、55...可動反射膜、561...固定電極、562...可動電極、563...第1導通電極、564, 565...第2導通電極、564A...第2導通電極面、600...光学フィルターデバイス、601...筐体。

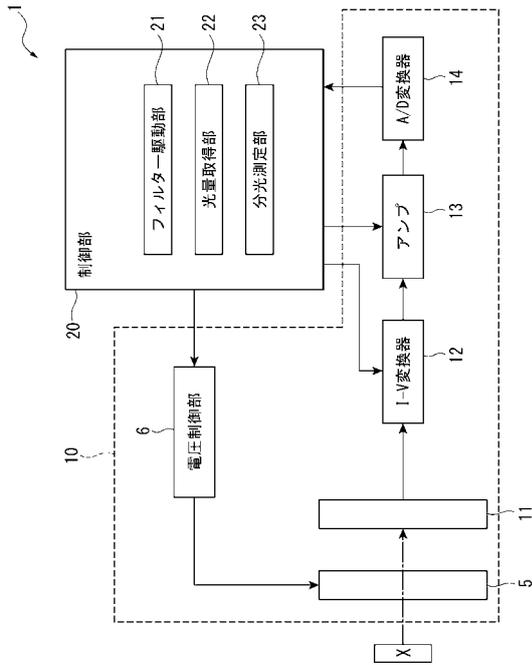
10

20

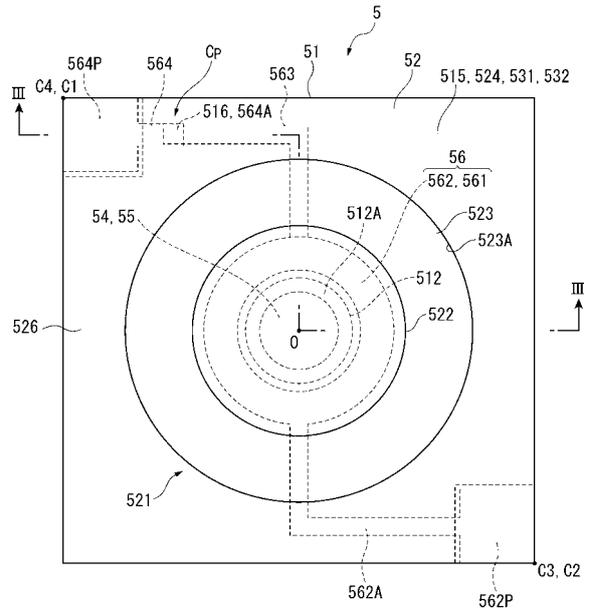
30

40

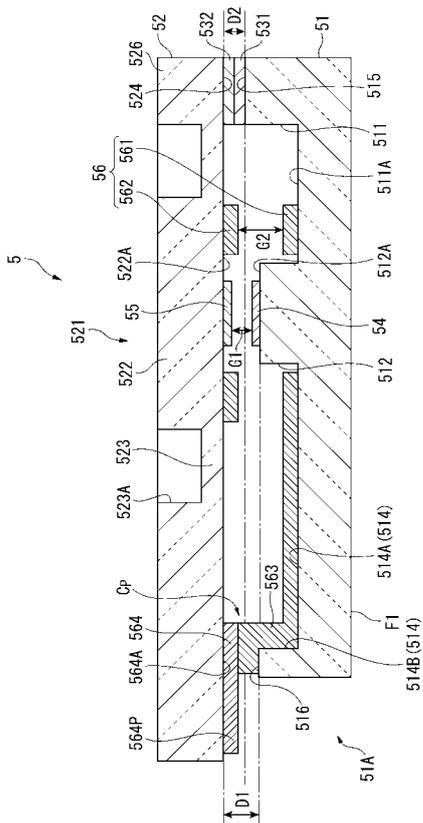
【 図 1 】



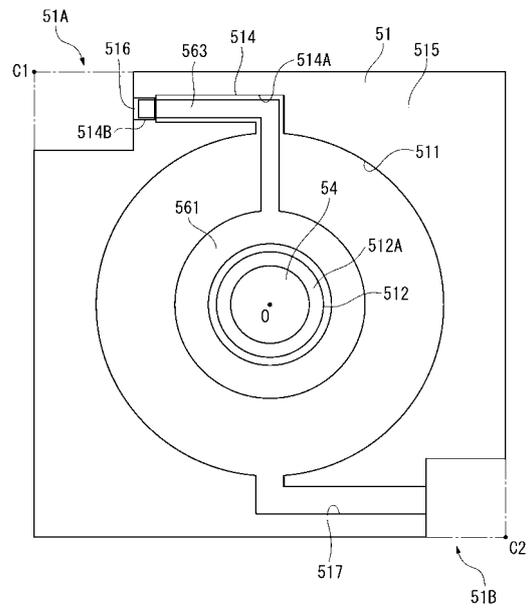
【 図 2 】



【 図 3 】

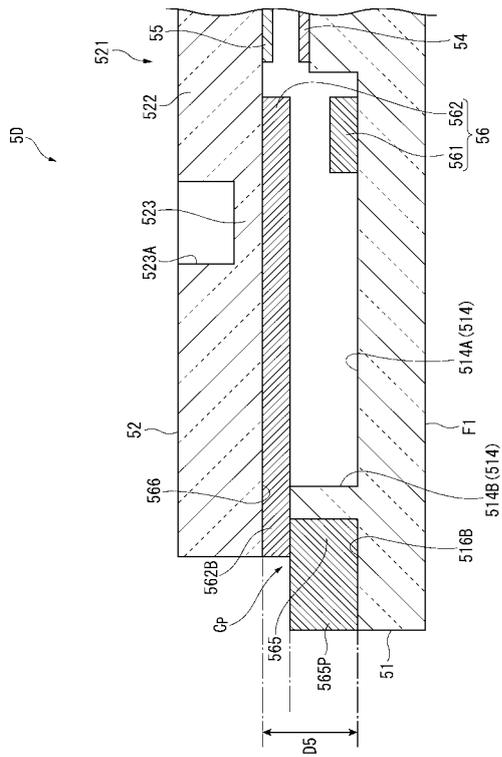


【 図 4 】

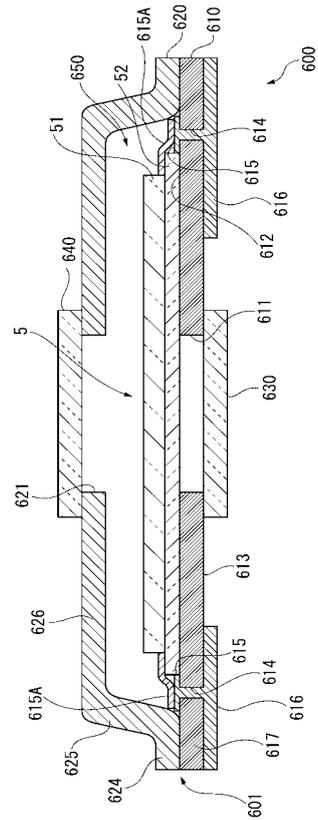




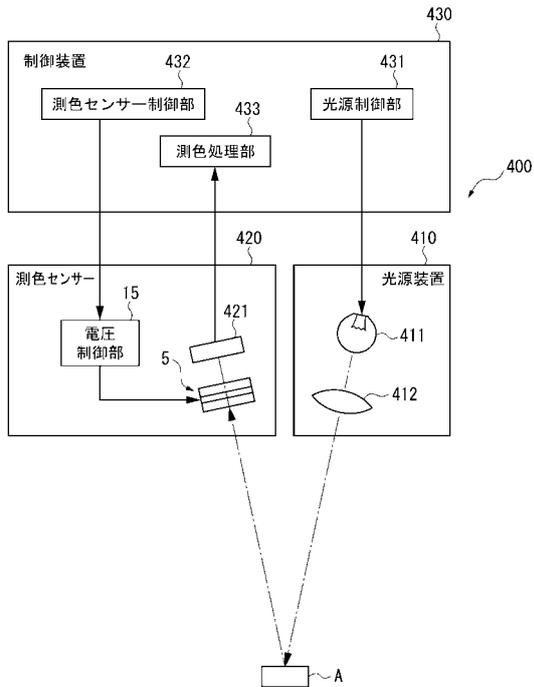
【 図 9 】



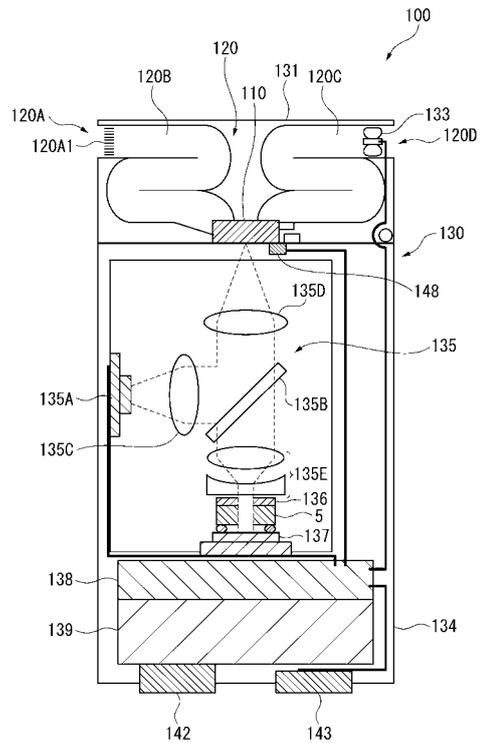
【 図 1 0 】



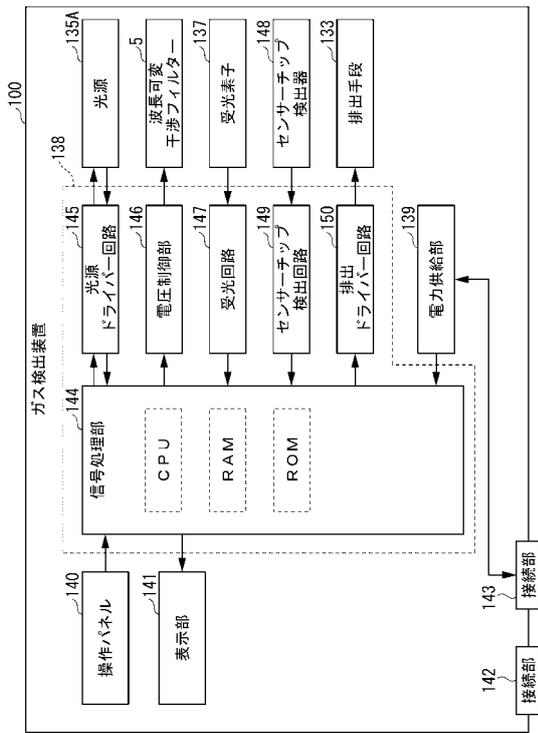
【 図 1 1 】



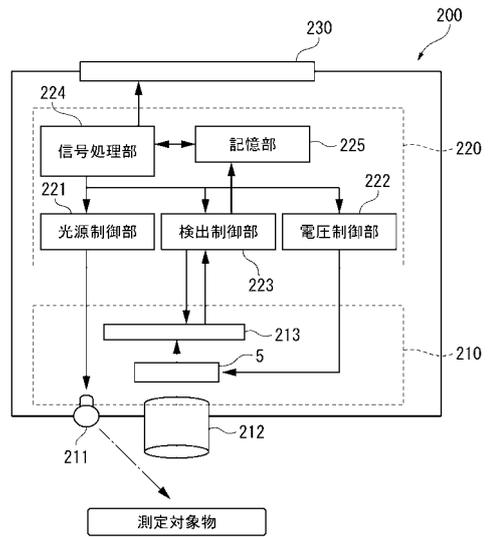
【 図 1 2 】



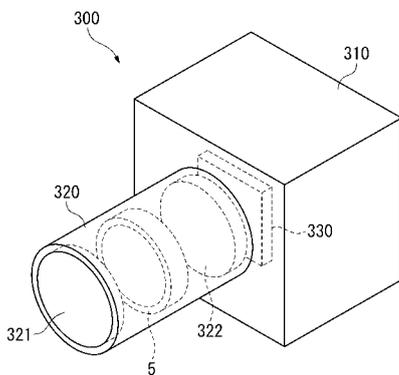
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
G 0 1 N 21/00	(2006.01)		G 0 1 N 21/00		A	
G 0 1 N 21/359	(2014.01)		G 0 1 N 21/35	1 0 7		
G 0 1 N 21/27	(2006.01)		G 0 1 N 21/27		Z	

Fターム(参考)	2G043	AA01	CA01	EA03	GA03	GB11	HA01	HA09	JA03	KA01	LA01
	2G059	AA01	BB01	BB11	BB13	BB20	CC15	CC16	CC20	EE01	EE02
		EE03	EE12	EE13	FF01	GG01	HH01	HH02	JJ03	KK01	KK04
	2H141	MA27	MB23	MB28	ME24	MF17	MF26	MZ03	MZ22	MZ28	MZ30
	3C081	BA28	BA45	BA48	BA53	CA32	EA08				