

(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2017-187799

(P2017-187799A)

(43) 公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)

| (51) Int.Cl. | | F I | テーマコード (参考) |
|--------------|--------------|------------------|-------------|
| GO2B | 26/00 | (2006.01) | GO2B 26/00 |
| GO1J | 3/26 | (2006.01) | GO1J 3/26 |
| GO1J | 3/32 | (2006.01) | GO1J 3/32 |
| GO1J | 3/50 | (2006.01) | GO1J 3/50 |

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 29 頁)

| | | | |
|------------|-------------------------------------|----------|---------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2017-124877 (P2017-124877) | (71) 出願人 | 000002369 セイコーエプソン株式会社 |
| (22) 出願日 | 平成29年6月27日 (2017. 6. 27) | | 東京都新宿区新宿四丁目1番6号 |
| (62) 分割の表示 | 特願2015-257029 (P2015-257029) の分割 | (74) 代理人 | 100116665 弁理士 渡辺 和昭 |
| 原出願日 | 平成22年3月15日 (2010. 3. 15) | (74) 代理人 | 100164633 弁理士 西田 圭介 |
| | | (74) 代理人 | 100179475 弁理士 仲井 智至 |
| | | (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 |

最終頁に続く

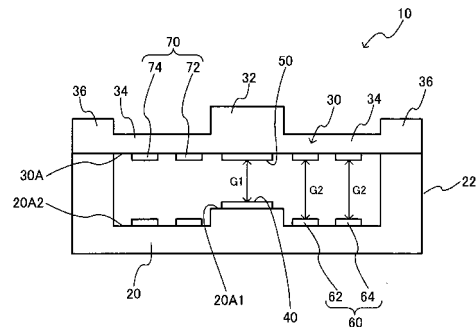
(54) 【発明の名称】 光フィルターの駆動方法

(57) 【要約】

【課題】ギャップ量を精度良く得る光フィルター及び光フィルターモジュール並びに分析機器及び光機器を提供すること。

【解決手段】光フィルター10は、第1基板20と、第2基板30と、第1基板に設けられた第1反射膜40と、第2基板に設けられた第2反射膜50と、平面視で第1反射膜の周囲の位置にて第1基板に設けられた第1, 第2電極62, 64と、第2基板に設けられて第1, 第2電極と対向する第3, 第4電極72, 74とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 基板と、
 前記第 1 基板と対向する第 2 基板と、
 前記第 1 基板に設けられた第 1 反射膜と、
 前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 反射膜と対向する第 2 反射膜と、
 前記第 1 基板に設けられ、平面視において、前記第 1 反射膜の周囲に形成された第 1 電極と、
 前記第 1 基板に設けられ、平面視において、前記第 1 電極の周囲に形成された第 2 電極と、
 前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 電極と対向する第 3 電極と、
 前記第 2 基板に設けられ、前記第 2 電極と対向する第 4 電極と、を含むことを特徴とする光フィルター。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、
 前記第 1 電極と前記第 2 電極とは、電氣的に独立しており、
 前記第 3 電極と前記第 4 電極とは、接続部を介して、電氣的に接続されていることを特徴とする光フィルター。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、
 前記第 1 電極に接続された第 1 配線と、
 前記第 2 電極に接続された第 2 配線と、をさらに含み、
 前記第 1 電極は、第 1 リング形状を有し、
 前記第 2 電極は、第 1 スリットを有する第 2 リング形状を有し、
 前記第 1 配線の一部は、前記第 1 スリットが形成された領域に形成されていることを特徴とする光フィルター。

20

【請求項 4】

請求項 3 において、
 前記第 3 電極は、第 3 リング形状を有し、
 前記第 4 電極は、第 4 リング形状を有することを特徴とする光フィルター。

30

【請求項 5】

請求項 3 において、
 前記第 3 電極は、第 3 リング形状を有し、
 前記第 4 電極は、第 2 スリットを有する第 4 リング形状を有し、
 平面視において、前記第 2 スリットは前記第 1 スリットと重なることを特徴とする光フィルター。

【請求項 6】

請求項 3 ないし 5 のいずれか一項において、
 前記第 3 電極に接続された第 3 配線と、
 前記第 3 電極に接続された第 4 配線と、をさらに含むことを特徴とする光フィルター。

40

【請求項 7】

請求項 6 において、
 前記第 1 基板は、平面視において、第 1 仮想直線と、前記第 1 仮想直線と交わる第 2 仮想直線とを有し、
 前記第 1 配線は、前記第 1 仮想直線に沿った第 1 方向に延在し、
 前記第 2 配線は、前記第 1 仮想直線に沿い、且つ、前記第 1 方向と逆方向である第 2 方向に延在し、
 前記第 3 配線は、前記第 2 仮想直線に沿った第 3 方向に延在し、
 前記第 4 配線は、前記第 2 仮想直線に沿い、且つ、前記第 3 方向と逆方向である第 4 方向に延在することを特徴とする光フィルター。

50

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかにおいて、
前記第 2 電極のリング幅は、前記第 1 電極のリング幅よりも大きく、
前記第 4 電極のリング幅は、前記第 2 電極のリング幅よりも大きいことを特徴とする光
フィルター。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかにおいて、
前記第 2 基板は、第 1 部分と、前記第 1 部分の膜厚よりも薄い第 2 部分とを有し、
前記第 2 反射膜は、前記第 2 基板の前記第 1 部分に形成され、
前記第 3 電極および前記第 4 電極は、前記第 2 基板の前記第 2 部分に形成されているこ
とを特徴とする光フィルター。 10

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれかにおいて、
前記第 1 基板は、第 1 面と、前記第 1 面よりも低い第 2 面とを有し、
前記第 1 反射膜は、前記第 1 面に形成され、
前記第 1 電極および前記第 2 電極は、前記第 2 面に形成されていることを特徴とする光
フィルター。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれかにおいて、
前記第 1 電極と前記第 3 電極との間の電位差と、前記第 2 電極と前記第 4 電極との電位
差とを制御する電位差制御部をさらに有することを特徴とする光フィルター。 20

【請求項 12】

請求項 11 において、
前記電位差制御部は、前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を第 1 電位差に設定
した後に、前記第 1 電極と前記第 3 電極との間の電位差を第 2 電位差に設定することを特
徴とする光フィルター。

【請求項 13】

請求項 12 において、
前記電位差制御部は、前記第 1 電位差に設定した状態で、前記第 2 電位差に設定するこ
とを特徴とする光フィルター。 30

【請求項 14】

請求項 11 において、
前記電位差制御部は、
前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を第 1 電位差に設定し、
前記第 1 電位差に設定した後に、前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を前記第
1 電位差より大きい第 2 電位差に設定し、
前記第 2 電位差に設定した状態で、前記第 1 電極と前記第 3 電極との間の電位差を第 3
電位差に設定し、

前記第 3 電位差に設定した後に、前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を前記第
2 電位差に設定した状態で、前記第 1 電極と前記第 3 電極との間の電位差を前記第 3 電位
差より大きい第 4 電位差に設定することを特徴とする光フィルター。 40

【請求項 15】

請求項 14 において、
前記第 2 電位差に設定されている期間は、前記第 1 電位差に設定されている期間よりも
長く、
前記第 4 電位差に設定されている期間は、前記第 3 電位差に設定されている期間よりも
長いことを特徴とする光フィルター。

【請求項 16】

請求項 11 において、
前記電位差制御部は、

前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を第 1 電位差に設定し、
 前記第 1 電位差に設定した後に、前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を前記第 1 電位差より大きい第 2 電位差に設定し、
 前記第 2 電位差に設定した後に、前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を前記第 2 電位差より大きい第 3 電位差に設定し、
 前記第 3 電位差に設定した状態で、前記第 1 電極と前記第 3 電極との間の電位差を第 4 電位差に設定し、
 前記第 4 電位差に設定した後に、前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を前記第 3 電位差に設定した状態で、前記第 1 電極と前記第 3 電極との間の電位差を前記第 4 電位差より大きい第 5 電位差に設定し、
 前記第 5 電位差に設定した後に、前記第 2 電極と前記第 4 電極との間の電位差を前記第 3 電位差に設定した状態で、前記第 1 電極と前記第 3 電極との間の電位差を前記第 5 電位差より大きい第 6 電位差に設定し、
 前記第 2 電位差と前記第 3 電位差との差の絶対値は、前記第 1 電位差と前記第 2 電位差との差の絶対値よりも小さく、
 前記第 5 電位差と前記第 6 電位差との差の絶対値は、前記第 4 電位差と前記第 5 電位差との差の絶対値よりも小さいことを特徴とする光フィルター。

10

【請求項 17】

請求項 1 乃至 16 のいずれか記載の光フィルターと
 前記光フィルターを透過した光を受光する受光素子と、を含む光フィルターモジュール

20

【請求項 18】

請求項 1 乃至 16 のいずれか記載の光フィルターを含む分析機器。

【請求項 19】

請求項 1 乃至 16 のいずれか記載の光フィルターを含む光機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光フィルター及び光フィルターモジュール並びに分析機器及び光機器等に関する。

30

【背景技術】

【0002】

透過波長を可変にする干渉フィルターが提案されている（特許文献 1）。特許文献 1 の図 3 に示すように、互いに平行に保持された一对の基板と、この一对の基板上に互いに対向すると共に一定間隔のギャップを有するように形成された一对の多層膜（反射膜）と、ギャップを制御するための一对の静電駆動電極とを備える。このような波長可変干渉フィルターは、静電駆動電極に印加される電圧によって静電引力を発生させ、ギャップを制御し、透過光の中心波長を変化させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0003】

【特許文献 1】特開平 11 - 142752 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、こうした波長可変干渉フィルターは、ノイズ等による駆動電圧の変動によって、ギャップ量を精度良く得ることが困難である。

【0005】

本発明は、ギャップ量を精度良く得る光フィルター及び光フィルターモジュール並びに分析機器及び光機器を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1) 本発明の一態様に係る光フィルターは、
第1基板と、
前記第1基板と対向する第2基板と、
前記第1基板に設けられた第1反射膜と、
前記第2基板に設けられ、前記第1反射膜と対向する第2反射膜と、
前記第1基板に設けられ、平面視において、前記第1反射膜の周囲に形成された第1電極と、
前記第1基板に設けられ、平面視において、前記第1電極の周囲に形成された第2電極と、
前記第2基板に設けられ、前記第1電極と対向する第3電極と、
前記第2基板に設けられ、前記第2電極と対向する第4電極と、を含むことを特徴とする。

【0007】

本発明の一態様によれば、第2基板に設けられ、第1電極と対向する第3電極と、第2基板に設けられ、第2電極と対向する第4電極と、を有する。これにより、後述するように、一对の電極のみで反射膜間のギャップ量を制御する形態よりも、ギャップ量を精度良く得ることができる。

【0008】

(2) 本発明の一態様では、
前記第1電極と前記第2電極とは、電氣的に独立しており、
前記第3電極と前記第4電極とは、接続部を介して、電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0009】

第3電極と第4電極とは、接続部を介して、電氣的に接続されているため、第3電極および第4電極を共通電極とすることができる。

【0010】

(3) 本発明の一態様では、
前記第1電極に接続された第1配線と、
前記第2電極に接続された第2配線と、をさらに含み、
前記第1電極は、第1リング形状を有し、
前記第2電極は、第1スリットを有する第2リング形状を有し、
第2電極は、第1スリットを有する第2リング形状を有しているため、第1スリットを介して、第1電極から第1配線を引き出すことができる。

【0011】

(4) 本発明の一態様では、
前記第3電極は、第3リング形状を有し、
前記第4電極は、第4リング形状を有することを特徴とする。

【0012】

第3電極および第4電極はリング形状であるため、ギャップを制御する際に、反射膜間の平行度を高く保つことができる。

【0013】

(5) 本発明の一態様では、
前記第3電極は、第3リング形状を有し、
前記第4電極は、第2スリットを有する第4リング形状を有し、
平面視において、前記第2スリットは前記第1スリットと重なることを特徴とする。

【0014】

平面視において、第2スリットは第1スリットと重なっている。つまり、第1スリットの領域に形成された第1配線の一部の上方には、第4電極が形成されていない。これによ

り、第1配線に電圧が印加されたとしても、第1配線と第4電極との間において、不要な静電引力が発生することを抑制することができる。

【0015】

(6)本発明の一態様では、
前記第3電極に接続された第3配線と、
前記第3電極に接続された第4配線と、をさらに含むことを特徴とする。

【0016】

第3電極に、第3配線および第4配線が接続されるため、配線抵抗を少なくすることができる。

【0017】

(7)本発明の一態様では、
前記第1基板は、第1対角線と第2対角線とを有し、
前記第1配線は、前記第1対角線に沿った第1方向に延在し、
前記第2配線は、前記第1対角線に沿い、且つ、前記第1方向と逆方向である第2方向に延在し、
前記第3配線は、前記第2対角線に沿った第3方向に延在し、
前記第4配線は、前記第2対角線に沿い、且つ、前記第3方向と逆方向である第4方向に延在することを特徴とする。

【0018】

このように、第1配線、第2配線、第3配線および第4配線を形成することで、これら配線間の寄生容量を小さくすることができる。

【0019】

(8)本発明の一態様では、
前記第2電極のリング幅は、前記第1電極のリング幅よりも大きく、
前記第4電極のリング幅は、前記第2電極のリング幅よりも大きいことを特徴とする。

【0020】

第2電極および第4電極は、第1基板と第2基板との接合部分に近い領域に位置するため、第1電極および第2電極間の静電引力より大きな静電引力が必要となる。よって、第2電極および第4電極のリング幅を大きくすることで、大きな静電引力を発生させることができる。

【0021】

(9)本発明の一態様では、
前記第2基板は、第1部分と、前記第1部分の膜厚よりも薄い第2部分とを有し、
前記第2反射膜は、前記第2基板の前記第1部分に形成され、
前記第3電極および前記第4電極は、前記第2基板の前記第2部分に形成されていることを特徴とする。

【0022】

第3電極および第4電極は、第1部分の膜厚よりも薄い前記第2部分に形成されているため、ギャップ制御をする際、第1基板を可動し易くできる。

【0023】

(10)本発明の一態様では、
前記第1基板は、第1面と、前記第1面よりも低い第2面とを有し、
前記第1反射膜は、前記第1面に形成され、
前記第1電極および前記第2電極は、前記第2面に形成されていることを特徴とする。

【0024】

(11)本発明の一態様では、
前記第1電極と前記第3電極との間の電位差と、前記第2電極と前記第4電極との電位差とを制御する電位差制御部をさらに有することを特徴とする光フィルター。

【0025】

(12)本発明の一態様では、

10

20

30

40

50

前記電位差制御部は、前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を第1電位差に設定した後に、前記第1電極と前記第3電極との間の電位差を第2電位差に設定することを特徴とする。

【0026】

これにより、後述するように、ギャップ制御を容易に行うことができる。

【0027】

(13)本発明の一態様では、

前記電位差制御部は、前記第1電位差に設定した状態で、前記第2電位差に設定することを特徴とする。

【0028】

第1電位差に設定した状態で第2電位差に設定するため、後述するように、迅速なギャップ制御を行うことができる。

【0029】

(14)本発明の一態様では、

前記電位差制御部は、

前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を第1電位差に設定し、

前記第1電位差に設定した後に、前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を前記第1電位差より大きい第2電位差に設定し、

前記第2電位差に設定した状態で、前記第1電極と前記第3電極との間の電位差を第3電位差に設定し、

前記第3電位差に設定した後に、前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を前記第2電位差に設定した状態で、前記第1電極と前記第3電極との間の電位差を前記第3電位差より大きい第4電位差に設定することを特徴とする。

【0030】

これにより、より多段階でのギャップ制御を行うことができる。また、第1電位差から第1電位差より大きい第2電位差に設定し、第3電位差から第3電位差より大きい第4電位差に設定するため、迅速なギャップ制御を行うことができる。

【0031】

(15)本発明の一態様では、

前記第2電位差に設定されている期間は、前記第1電位差に設定されている期間よりも長く、

前記第4電位差に設定されている期間は、前記第3電位差に設定されている期間よりも長いことを特徴とする。

【0032】

これにより、後述するように、所望のギャップ間隔に安定させることができる。

【0033】

(16)本発明の一態様では、

前記電位差制御部は、

前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を第1電位差に設定し、

前記第1電位差に設定した後に、前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を前記第1電位差より大きい第2電位差に設定し、

前記第2電位差に設定した後に、前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を前記第2電位差より大きい第3電位差に設定し、

前記第3電位差に設定した状態で、前記第1電極と前記第3電極との間の電位差を第4電位差に設定し、

前記第4電位差に設定した後に、前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を前記第3電位差に設定した状態で、前記第1電極と前記第3電極との間の電位差を前記第4電位差より大きい第5電位差に設定し、

前記第5電位差に設定した後に、前記第2電極と前記第4電極との間の電位差を前記第3電位差に設定した状態で、前記第1電極と前記第3電極との間の電位差を前記第5電位

10

20

30

40

50

差より大きい第 6 電位差に設定し、

前記第 2 電位差と前記第 3 電位差との差の絶対値は、前記第 1 電位差と前記第 2 電位差との差の絶対値よりも小さく、

前記第 5 電位差と前記第 6 電位差との差の絶対値は、前記第 4 電位差と前記第 5 電位差との差の絶対値よりも小さいことを特徴とする。

【0034】

これにより、後述するように、所望のギャップ間隔に安定させることができる。

【0035】

(17) 本発明の一態様に係る光フィルターモジュールは、
前述の光フィルターを透過した光を受光する受光素子と、を含む。

10

【0036】

(18) 本発明の一態様に係る分析機器は、
前述に記載の光フィルターを含む。

【0037】

(19) 本発明の一態様に係る光機器は、
前述に記載の光フィルターを含む。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図 1】本発明の一実施例である光フィルターの電圧非印加状態を示す断面図である。

【図 2】図 1 に示す光フィルターの電圧印加状態を示す断面図である。

20

【図 3】図 3 (A) は下部電極の平面図であり、図 3 (B) は上部電極の平面図である。

【図 4】図 4 (A) (B) は、下部、上部電極の重なり状態を第 2 基板側から見た平面図である。

【図 5】第 2 基板側から第 2 基板を透視して、第 1 ~ 第 4 引き出し配線の配線レイアウトを示す平面図である。

【図 6】光フィルターの印加電圧制御系ブロック図である。

【図 7】電圧テーブルデータの一部を示す特性図である。

【図 8】電圧テーブルデータに従って実現される電圧印加のタイミングチャートである。

【図 9】光フィルターの第 1, 第 2 反射膜間ギャップと透過ピーク波長との関係を示す特性図である。

30

【図 10】第 1, 第 2 電極間の電位差と静電引力との関係を示す特性図である。

【図 11】図 7 に示す電位差、ギャップ及び可変波長に関する実施例のデータを示す特性図である。

【図 12】図 11 に示す印加電圧とギャップとの関係を示す特性図である。

【図 13】図 11 に示す印加電圧と透過ピーク波長との関係を示す特性図である。

【図 14】図 14 (A) (B) は比較例の第 1, 第 2 電極を示す平面図である。

【図 15】電位差、ギャップ及び可変波長に関する比較例のデータを示す特性図である。

【図 16】図 15 に示す印加電圧とギャップとの関係を示す特性図である。

【図 17】図 15 に示す印加電圧と透過ピーク波長との関係を示す特性図である。

【図 18】本発明の他の実施形態に係る光フィルターの電圧非印加状態を示す断面図である。

40

【図 19】本発明の更に他の実施形態である分析装置のブロック図である。

【図 20】図 19 に示す装置での分光測定動作を示すフローチャートである。

【図 21】本発明の更に他の実施形態である光機器のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0040】

50

1. 光フィルター

1.1. 光フィルターのフィルター部

1.1.1. フィルター部の概要

図1は本実施形態の光フィルター10の電圧非印加状態の断面図であり、図2は電圧印加状態の断面図である。図1及び図2に示す光フィルター10は、第1基板20と、第1基板10と対向する第2基板30とを含む。本実施形態では、第1基板20を固定基板とし、第2基板30を可動基板またはダイヤフラムとするが、いずれか一方又は双方が可動であれば良い。

【0041】

本実施形態では、第1基板20と例えば一体で、第2基板30を可動に支持する支持部22が形成されている。支持部22は、第2基板30に設けても良く、あるいは第1, 第2基板20, 30とは別体で形成しても良い。

10

【0042】

第1, 第2基板20, 30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。これらの中でも、各基板20, 30の構成材料としては、例えばナトリウム(Na)やカリウム(K)などのアルカリ金属を含有したガラスが好ましく、このようなガラスにより各基板20, 30を形成することで、後述する反射膜40, 50や、各電極60, 70の密着性や、基板同士の接合強度を向上させることが可能となる。そして、これらの2つの基板20, 30は、例えばプラズマ重合膜を用いた表面活性化接合などにより接合されることで、一体化されている。第1, 第2基板20, 30の各々は、一辺が例えば10mmの正方形に形成され、ダイヤフラムとして機能する部分の最大直径は例えば5mmである。

20

【0043】

第1基板20は、厚みが例えば500 μm 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。第1基板20は、第2基板30と対向する対向面のうちの中央の第1対向面20A1に、例えば円形の第1反射膜40が形成されている。同様に、第2基板30は、厚みが例えば200 μm 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。第2基板30は、第1基板20と対向する対向面30Aの中央位置に、第1反射膜40と対向する例えば円形の第2反射膜50が形成されている。

30

【0044】

なお、第1, 第2反射膜40, 50は、例えば直径が約3mmの円形状に形成されている。この第1, 第2反射膜40, 50は、AgC単層により形成される反射膜であり、スパッタリングなどの手法により第1, 第2基板20, 30に形成することができる。AgC単層反射膜の膜厚寸法は、例えば0.03 μm に形成されている。本実施形態では、第1, 第2反射膜40, 50として、可視光全域を分光できるAgC単層の反射膜を用いる例を示すが、これに限定されず、分光可能な波長域が狭いが、AgC単層反射膜よりも、分光された光の透過率が大きく、透過率の半値幅も狭く分解能が良好な、例えばTiO₂とSiO₂との積層膜を積層した誘電体多層膜を用いてもよい。

【0045】

さらに、第1, 第2基板20, 30の各対向面20A1, 20A2, 30Aとは逆側の面にて、第1, 第2反射膜40, 50に対応する位置に図示しない反射防止膜(AR)を形成することができる。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、第1, 第2基板20, 30の界面での可視光の反射率を低下させ、透過率を増大させる。

40

【0046】

これら第1, 第2反射膜40, 50は、図1に示す電圧非印加状態にて第1ギャップG1を介して対向配置されている。なお、本実施形態では、第1反射膜40を固定鏡とし、第2反射膜50を可動鏡とするが、上述した第1, 第2基板20, 30の態様に応じて、第1, 第2反射膜40, 50のいずれか一方又は双方を可動とすることができる。

50

【0047】

平面視で第1反射膜40の周囲の位置であって、第1基板20の第1対向面20A1の周囲の第2対向面20A2には、例えば下部電極60が形成されている。同様に、第2基板30の対向面30Aには、下部電極60と対向して上部電極70が設けられている。下部電極60と上部電極70は、第2ギャップG2を介して、対向配置されている。なお、下部、上部電極60, 70の表面は、絶縁膜にて被覆することができる。

【0048】

本実施形態では、第1基板20が第2基板30と対向する面は、第1反射膜40が形成される第1対向面20A1と、平面視で第1対向面20A1の周囲に配置されて、下部電極60が形成される第2対向面20A2とを有する。第1対向面20A1と第2対向面20A2とは同一面であっても良いが、本実施形態では第1対向面20A1と第2対向面20A2との間には段差があり、第1対向面20A1の方が第2対向面20A2よりも第2基板30に近い位置に設定している。これにより、第1ギャップG1<第2ギャップG2の関係が成立する。

10

【0049】

下部電極60は、電氣的に独立した少なくともK(Kは2以上の整数)個のセグメント電極に分割され、本実施形態ではK=2の例として第1, 第2電極62, 64を有する。つまり、K個のセグメント電極62, 64はそれぞれ、異なる電圧に設定可能である一方で、上部電極70は、同電位となる共通電極である。上部電極70も第3, 第4電極72, 74に分割されている。第3, 第4電極72, 74は、同電位となる共通電極としなくてもよく、第3電極72と第4電極74とが電氣的に独立している(独立して制御できる)構造であってもよい。例えば、第3電極72と第4電極74とは、図4(A)で示すような構造とすることができる。また、下部電極60および上部電極70の構造は、第1電極62と第3電極72との間の電位差と、第2電極64と第4電極74との間の電位差とが、独立に制御可能であればよい。なお、K=3の場合には、第1, 第2電極62, 64に関して以下にて説明する関係は、相隣り合う任意の2つのセグメント電極について適用することができる。

20

【0050】

このような構造の光フィルター10は、第1, 第2基板20, 30が共に、反射膜(第1, 第2反射膜40, 50)が形成される領域と、電極(下部、上部電極60, 70)が形成される領域とは、平面視で異なる領域となり、特許文献1のように反射膜と電極とが積層されることはない。よって、第1, 第2基板20, 30の少なくとも一方(本実施形態では第2基板30)が可動基板とされても、反射膜と電極が積層されないために可動基板は撓み易さを確保できる。しかも、特許文献1とは異なり、下部、上部電極60, 70上には反射膜が形成されないので、透過型または反射型波長可変干渉フィルターとして光フィルター10を利用しても、下部、上部電極60, 70を、透明電極とする制約も生じない。なお、透明電極であっても透過特性には影響を与えるため、下部、上部電極60, 70上に反射膜が形成されていない事によって、透過型波長可変干渉フィルターである光フィルター10は所望の透過特性が得られる。

30

【0051】

また、この光フィルター10では、平面視で第2反射膜50の周囲に配置された上部電極70に共通電圧(例えば接地電圧)を印加し、平面視で第1反射膜40の周囲に配置された下部電極60を構成するK個のセグメント電極62, 64の個々に独立した電圧を印加して、図2に示すように対向電極間に矢印で示す静電引力を作用させることで、第1, 第2反射膜40, 50間の第1ギャップG1を初期ギャップの大きさよりも小さいギャップとなるように可変する。

40

【0052】

つまり、電圧印加状態の光フィルター10を示す図2の通り、第1電極62及びそれと対向する上部電極70とで構成される第1ギャップ可変駆動部(静電アクチュエーター)80と、第2電極64及びそれと対向する上部電極70とで構成される第2ギャップ可変

50

駆動部（静電アクチュエーター）90とが、それぞれ独立して駆動される。

【0053】

このように、平面視で第1, 第2反射膜40, 50の周囲にのみ配置された独立する複数（K個）のギャップ可変駆動部80, 90を有することで、K個のセグメント電極62, 64に印加する電圧の大きさと、K個のセグメント電極62, 64の中から電圧を印加するために選択されたセグメント電極数との、2つのパラメーターを変化させることで、第1, 第2反射膜40, 50間のギャップの大きさを制御する。

【0054】

特許文献1のように、パラメーターが電圧の種類だけでは、大きなギャップ可動範囲と、ノイズ等による電圧変動に対する低感度とを、両立することが困難であった。本実施形態のように、電極数というパラメーターを加えることで、電圧だけで制御する場合と同じ印加電圧範囲を個々のセグメント電極に適用することで、大きなギャップ可動範囲の中で、より微調整された静電引力を発生させて、精細なギャップ調整を行うことが可能となる。

10

【0055】

ここで、印加電圧の最大値を V_{max} とし、ギャップをN段階で可変するものとする。下部電極60が複数に分割されていない場合には、最大電圧 V_{max} をN分割して印加電圧を割り当てる必要がある。このとき、異なる印加電圧間の電圧変化量の最小値を V_{1min} とする。一方、本実施形態では、K個のセグメント電極の各々への印加電圧は、最大電圧 V_{max} を平均的には (N/K) 分割して割り当てればよい。このとき、K個のセグメント電極の各々について、同一セグメント電極に印加される異なる印加電圧間の電圧変化量の最小値を V_{kmin} とする。その場合、 $V_{1min} < V_{kmin}$ が成立することが明らかである。

20

【0056】

このように、電圧最小変化量 V_{kmin} を大きく確保できれば、電源変動や環境等に依存したノイズによってK個の第1, 第2電極62, 64への印加電圧が多少変動してもギャップ変動は小さくなる。つまり、ノイズに対する感度が小さい、換言すれば電圧感度が小さくなる。それにより、高精度なギャップ制御が可能となり、特許文献1のようにギャップを帰還制御することは必ずしも要しない。また、ギャップを帰還制御したとしても、ノイズに対する感度が小さいために早期に安定させることができる。

30

【0057】

本実施形態では、可動基板である第2基板30の撓み性を確保するために、図1に示すように、上部電極70が形成される領域を例えば厚み寸法が $50\mu m$ 程度の薄肉部34としている。この薄肉部34は、第2反射膜50が配置される領域の厚肉部32、および支持部22と接触する領域の厚肉部36よりも肉薄に形成されている。換言すれば、第2基板30は、第2反射膜50及び上部電極70が形成される面30Aは平坦面であり、第2反射膜50が配置される第1領域に厚肉部32が形成され、上部電極70が形成される第2領域に薄肉部34が形成される。こうして、薄肉部34にて撓み性を確保しながら、厚肉部32を撓み難くすることで、第2反射膜50は平面度を保ってギャップを可変することが可能となる。

40

【0058】

なお、本実施形態では、独立した複数（K個）のギャップ可変駆動部はそれぞれ、一対の電極からなる静電アクチュエーターで構成したが、それらの少なくとも一つを圧電素子等の他のアクチュエーターに置き換えても良い。ただし、非接触で吸引力を与える静電アクチュエーターは、複数あるギャップ可変駆動部同士の干渉が少なく、ギャップを高精度に制御する上で適している。これとは異なり、例えば2つの圧電素子を第1, 第2基板20, 30間に配置した場合、駆動していない圧電素子が、他の駆動している圧電素子によるギャップ変位を妨げる存在となる等が生じ、複数のギャップ可変駆動部を独立して駆動する方式にとっては弊害を生じる。その点から、複数のギャップ可変駆動部は静電アクチュエーターで構成することが好ましい。

50

【 0 0 5 9 】

1 . 1 . 2 . 下部電極

下部電極 6 0 を構成する K 個のセグメント電極 6 2 , 6 4 は、図 3 (A) の通り、第 1 反射膜 4 0 の中心に対して同心リング状に配置することができる。つまり、第 1 電極 6 2 は第 1 リング状電極部 6 2 A を有し、第 2 電極 6 4 はリング状電極部 6 2 A の外側に第 2 リング状電極部 6 4 A を有し、各リング状電極部 6 2 A , 6 4 A が第 1 反射膜に対して同心リング状に形成される。なお、「リング状」または「リング形状」とは、無端リングに限らず不連続リング形状も含み、円形リングに限らず矩形リングまたは多角形リング等を含む用語である。

【 0 0 6 0 】

こうすると、図 2 に示すように、第 1 反射膜 4 0 の中心線 L に対して、第 1 , 第 2 電極 6 2 , 6 4 の各々が線対称配置となる。これにより、電圧印加時に下部、上部電極 6 0 , 7 0 間に作用する静電引力 F 1 , F 2 は、第 1 反射膜 4 0 の中心線 L に対して線対称に作用するので、第 1 , 第 2 反射膜 4 0 , 5 0 の平行度が高まる。

【 0 0 6 1 】

なお、図 3 (A) に示すように、第 2 電極 6 4 のリング幅 W 2 は、第 1 電極 6 2 のリング幅 W 1 よりも広くすることができる (W 2 > W 1) 。静電引力は電極面積に比例し、第 2 電極 6 4 により生じさせる静電引力 F 2 の方が、第 1 電極 6 2 により生じさせる静電引力 F 1 よりも大きく求められるからである。さらに詳しく言えば、外側の第 2 電極 6 4 は、ヒンジ部として機能する基板支持部 2 2 に対して第 1 電極 6 2 よりも近くに設けられる。このため、第 2 電極 6 4 はヒンジ部 2 2 での抵抗力に抗する大きな静電引力 F 2 を発生する必要がある。外側の第 2 電極 6 4 は、内側の第 1 電極 6 2 に比べて直径が大きく、幅 W 1 = 幅 W 2 であっても第 2 電極 6 4 の面積は大きい。よって、幅 W 1 = 幅 W 2 としてもよいが、リング幅 W 2 をより広げることにより、更に面積を増大させて大きな静電引力 F 2 の発生を可能とした。特に、後述するように、外側の第 2 電極 6 4 を内側の第 1 電極 6 2 よりも先に駆動する場合には、第 2 電極 6 4 と上部電極 7 0 との間の初期ギャップ G 2 が大きいので、第 2 電極 6 4 の面積を広くして大きな静電引力 F 2 を発生できる点でも有利となる。その場合、内側の第 1 電極 6 2 の駆動時には、第 2 電極 6 4 の駆動状態が維持されている限りギャップは小さくなっているので、第 1 電極 6 2 のリング幅 W 1 は小さくても駆動上の弊害はない。

【 0 0 6 2 】

ここで、第 1 電極 6 2 には第 1 引き出し配線 6 2 B が、第 2 電極 6 4 には第 2 引き出し電極 6 4 B がそれぞれ接続される。これら第 1 , 第 2 引き出し電極 6 2 B , 6 4 B は例えば第 1 反射膜 4 0 の中心から放射方向に向けて延在形成される。第 2 電極 6 4 の第 2 リング状電極部 6 4 A を不連続とする第 1 スリット 6 4 C が設けられている。内側の第 1 電極 6 2 から延びる第 1 引き出し配線 6 2 B は、外側の第 2 電極 6 4 に形成された第 1 スリット 6 4 C を介して、第 2 電極 6 4 の外方に引き出される。

【 0 0 6 3 】

このように、第 1 , 第 2 電極 6 2 , 6 4 をそれぞれリング状電極部 6 2 A , 6 4 A とした場合に、外側の第 2 電極 6 4 に形成された第 1 スリット 6 4 C 2 より、内側の第 1 電極 6 2 の第 1 引き出し配線 6 2 B の取り出し経路を容易に確保できる。

【 0 0 6 4 】

1 . 1 . 3 . 上部電極

第 2 基板 3 0 に配置された上部電極 7 0 は、第 2 基板 3 0 のうち、第 1 基板 2 0 に形成された下部電極 6 0 (第 1 , 第 2 電極 6 2 , 6 4) と対向する領域を含む域に形成することができる。上部電極 7 0 を同一電圧に設定される共通電極とする場合は、例えば、ベタ電極にしてもよい。

【 0 0 6 5 】

これに代えて、本実施形態のように第 1 基板 2 0 に対して変位する第 2 基板 3 0 に配置された上部電極 7 0 は、下部電極 6 0 と同様に、K 個のセグメント電極とすることができ

10

20

30

40

50

る。このK個のセグメント電極もまた、第2反射膜50の中心に対して同心リング状に配置することができる。こうすると、可動である第2基板30に形成される電極面積は、必要最小限に縮小されるので、第2基板30の剛性が低くなり、撓み易さを確保できる。

【0066】

上部電極70を構成するK個のセグメント電極は、図1、図2及び図3(B)に示すように、第3電極72及び第4電極74を有することができる。第3電極72は第3リング状電極部72Aを有し、第4電極74は第3リング状電極部62Aの外側に第4リング状電極部74Aを有し、各リング状電極部72A、74Aが第2反射膜に対して同心リング状に形成される。「同心リング状」の意味は、下部電極60に対するものと同一である。第3電極72は第1電極62と対向し、第4電極74は第2電極64と対向している。よって、本実施形態では第4電極74のリング幅(第2電極64のリング幅W2と同じ)は、第3電極72のリング幅(第1電極62のリング幅W1と同じ)よりも広い。

10

【0067】

また、第3、第4電極72、74同士は電氣的に接続されて、同一電位に設定してもよい。この場合、例えば第3、第4引き出し電極76A、76Bが例えば第2反射膜50の中心から放射方向に向けて延在形成される。第3、第4引き出し電極76A、76Bの各々は、内側の第3電極72と外側の第4電極74の双方と電氣的に接続される。なお、第3、第4電極72、74は、共通電極としているため、1本の引き出し電極により接続されても良いが、引き出し電極を複数とすることで配線抵抗を少なくして、共通電極の充放電速度を速めることができる。なお、第3、第4電極72、74が、電氣的に独立している構造の場合は、それぞれの電極に引き出し電極が形成される。

20

【0068】

1.1.4. 下部、上部電極の重合領域

図4(A)は、本実施形態の下部、上部電極60、70を第2基板30側から見た平面視での重なり状態を示している。図4(A)において、下側に位置する下部電極60は、第1、第2電極62、64が第2電極の第3、第4電極72、74と対向しているため、第2基板30側から見た平面視では現れない。下側に位置する下部電極60は、ハッチングで示すように第1、第2引き出し配線62B、64Bのみが、第2基板30側から見た平面視で現れている。第1引き出し配線62Bは、上部電極70の第3リング状電極部74Aが周方向で連続するので、中間領域62B1が第3リング状電極部74Aの対向領域74A1と対向する。

30

【0069】

本実施形態では、図3(A)に示すように、下部電極60のうちの外側の第2電極64は、第1スリット64Cを有するので、このスリット64Cの領域では第2電極64に印加した電圧に基づく静電引力F2(図2参照)は作用しない。

【0070】

一方、この第1スリット64C内には図3(A)に示すように第1引き出し配線62Bが配置されるので、内側の第1電極62と同電位である第1引き出し配線62Bと、外側の第4電極74間に作用する静電引力F1(図2参照)を第1スリット64C内にて生じさせることができる。その利点として、例えば第1、第2電極62、64を実質的に同電圧で駆動した場合には、外側の第4電極74のほぼ全周(第1スリット64Cとの対向領域74A1を含む)に均等な静電引力を生じさせることができる。

40

【0071】

図4(B)は、変形例である下部、上部電極60、70'を第2基板30側から見た平面視での重なり状態を示している。図4(B)の上部電極70'が図4(A)の上部電極70と相違する点は、第4電極74が、下部電極60の第1スリット64Cと対向する位置にて第4リング状電極部74A'を不連続とする第2スリット78をさらに有する点である。その余の点では、図4(B)の上部電極70'は図4(A)の上部電極70と同一である。

【0072】

50

こうすると、第1引き出し配線62Bと対向する電極が存在しなくなる。よって、例えば、内側の第1電極62を駆動した時、内側の第1電極62と同電位である第1引き出し配線62Bと、外側の第4電極74'間に作用する不要な静電引力が、第1スリット64C内で発生することを阻止できる。

【0073】

1.1.5. 引き出し配線

図5は、第2基板30側から第2基板30を透視して平面図であり、第1～第4引き出し配線62B, 64B, 76A, 76Bの配線レイアウトを示している。図5において、第1, 第2基板20, 30の少なくとも一方が、第1及び第2対角線を有する矩形基板とされる。本実施形態では、第1, 第2基板20, 30の各々が、一辺が例えば10mmの正方形に形成されている。第1引き出し配線62Bが、第1対角線に沿って第1電極62Aより延びる方向を第1方向D1としたとき、第2引き出し配線64Bは、第1対角線上にて第1方向D1とは逆方向となる第2方向D2に延びている。第3引き出し配線76Aは、第2対角線に沿った第3方向D3に延びている。第4引き出し配線76Bは、第2対角線上にて第3方向D3とは逆方向となる第4方向D4に延びている。そして、平面視にて矩形基板20, 30の四隅の位置にて、第1～第4引き出し配線62B, 64B, 76A, 76Bが接続される第1～第4接続電極部101～104が設けられている。

10

【0074】

こうすると、まず、第1基板20に形成される第1, 第2引き出し配線62B, 64Bと、第2基板30に形成される第3, 第4引き出し配線76A, 76Bとは、平面視で重なり合うことはなく、平行電極を構成しない。よって、第1, 第2引き出し配線62B, 64Bと、第3, 第4引き出し配線76A, 76Bとの間に無駄な静電引力が生じ難い、また、無駄な容量を低減できる。更に、第1～第4接続電極部101～104にそれぞれ至る第1～第4引き出し配線62B, 64B, 76A, 76Bの配線長が最短となる。よって、第1～第4引き出し配線62B, 64B, 76A, 76Bの配線抵抗及び配線容量が小さくなり、第1～第4電極62, 64, 72, 74を高速に充放電することができる。

20

【0075】

なお、第1～第4引き出し配線62B, 64B, 76A, 76Bの構造は、第1基板は、平面視において、第1仮想直線と、第1仮想直線と交わる第2仮想直線とを有し、第1引き出し配線62Bは、第1仮想直線に沿った第1方向に延在し、第2引き出し配線64Bは、第1仮想直線に沿い、且つ、第1方向と逆方向である第2方向に延在し、第3引き出し配線76Aは、第2仮想直線に沿った第3方向に延在し、第4引き出し配線76Bは、前記第2仮想直線に沿い、且つ、前記第3方向と逆方向である第4方向に延在することであってもよい。

30

【0076】

なお、第1～第4外部接続電極部101～104は、第1, 第2基板20, 30のいずれか一方か、あるいは双方に各一部を設けても良い。第1, 第2基板20, 30のいずれか一方にのみ第1～第4外部接続電極部101～104を設ける場合には、第1, 第2基板20, 30の他方に配置された引き出し配線は、導電性ペースト等によって一方の基板に形成された外部接続電極部に接続することができる。なお、第1～第4外部接続電極部101～104は、リード線またはワイヤボンディング等の接続部を介して、外部と接続される。

40

【0077】

また、第1～第4引き出し配線62B, 64B, 76A, 76Bは、第1, 第2基板20, 30を接合する例えばプラズマ重合膜と交差してもよい。あるいは、第1, 第2基板20, 30の接合面の一方に設けた溝部を介して、第1～第4引き出し配線62B, 64B, 76A, 76Bを、接合面を超えて外部に引き出してもよい。

【0078】

1.2. 光フィルターの電圧制御系

50

1.2.1. 印加電圧制御系ブロックの概要

図6は、光フィルター10の印加電圧制御系ブロック図である。図6に示すように、光フィルター10は、下部電極60と上部電極70との間の電位差を制御する電位差制御部110を有する。本実施形態では、共通電極である上部電極70（第3，第4電極72，74）は一定の共通電圧例えば接地電圧（0V）に固定されているため、電位差制御部110は、下部電極60を構成するK個のセグメント電極である第1，第2電極62，64への印加電圧を変化させて、第1，第2電極62，64の各々と上部電極70との間の内周側電位差 V_{seg1} 及び外周側電位差 V_{seg2} をそれぞれ制御する。なお、上部電極70は接地電圧以外の共通電圧を印加してもよく、その場合、電位差制御部110が上部電極70に共通電圧の印加/非印加を制御しても良い。

10

【0079】

図6では、電位差制御部110は、第1電極62に接続された第1電極駆動部例えば第1デジタル-アナログコンバータ(DAC1)112と、第2電極64に接続された第2電極駆動部例えば第2デジタル-アナログコンバータ(DAC2)114と、それらを制御例えばデジタル制御するデジタル制御部116とを含んでいる。第1，第2デジタル-アナログコンバータ112，114には電源120からの電圧が供給される。第1，第2デジタル-アナログコンバータ112，114は、電源120からの電圧の供給を受けると共に、デジタル制御部116からのデジタル値に応じたアナログ電圧を出力する。電源120は、光フィルター10が装着される分析機器または光機器に装備されているものを利用できるが、光フィルター10専用の電源を用いても良い。

20

【0080】

1.2.2. 光フィルターの駆動方法

図7は、図6に示すデジタル制御部116での制御の元データである電圧テーブルデータの一例を示す特性図である。この電圧テーブルデータは、デジタル制御部116自体に設けても良いし、あるいは光フィルター10が装着される分析機器または光機器に装備しても良い。

【0081】

図7は、K個の第1，第2電極62，64の各々に順次電圧を印加することで、計N段階で第1，第2反射膜40，50の間のギャップを可変するための電圧テーブルデータとして、N=9の例を示している。なお、図7では、第1，第2電極62，64の双方と上部電極70との間の各電位差が共に0Vであるときは、N段階のギャップ可変範囲に含めていない。図7は、第1，第2電極62，64の少なくとも一方に、上部電極70に印加される共通電圧の電圧値（0V）以外の電圧値が印加される場合のみを示している。ただし、第1，第2電極62，64の双方と上部電極70との間の各電位差が共に0Vであるときを、透過ピーク波長が最大であると定義しても良い。

30

【0082】

電位差制御部110は、図7に示す電圧テーブルデータに従って、K個のセグメント電極（第1，第2電極62，64）毎に設定された電圧値を、K個のセグメント電極（第1，第2電極62，64）の各々に印加している。図8は、図7に示す電圧テーブルデータのデータ番号順に駆動することで実現される電圧印加のタイミングチャートである。

40

【0083】

図7及び図8に示すように、第1電極62には、L=4種類の電圧（ $V_{I1} \sim V_{I4}$ ： $V_{I1} < V_{I2} < V_{I3} < V_{I4}$ ）を印加し、第2電極64には、M=5種類の電圧（ $V_{O1} \sim V_{O5}$ ： $V_{O1} < V_{O2} < V_{O3} < V_{O4} < V_{O5}$ ）を印加し、第1，第2反射膜40，50の間の第1ギャップG1をg0～g8の9（ $N = L + M = 9$ ）段階にて可変している。

【0084】

このような電圧制御により、光フィルター10では、図9に示す波長透過特性を実現できる。図9は、第1，第2反射膜40，50間の第1ギャップG1の大きさを例えばg0～g3に変化した時の波長透過特性を示している。光フィルター10では、第1，第2反

50

射膜 40, 50 の間の第 1 ギャップ G 1 の大きさが例えば $g_0 \sim g_3$ ($g_0 > g_1 > g_2 > g_3$) と可変されると、その第 1 ギャップ G 1 の大きさに応じて透過ピーク波長が決定される。すなわち、光フィルター 10 を透過する光の波長は、その半波長 ($\lambda/2$) の整数 (n) 倍が第 1 ギャップ G 1 と一致する光であり ($n \times \lambda/2 = 2G_1$)、半波長 ($\lambda/2$) の整数 (n) 倍が第 1 ギャップ G 1 と一致しない光は、第 1, 第 2 反射膜 40, 50 により多重反射される過程で干渉しあって減衰され、透過することがない。

【0085】

したがって、図 9 に示すように、第 1, 第 2 反射膜 40, 50 間の第 1 ギャップ G 1 の大きさを g_0, g_1, g_2, g_3 と狭めるように変化させることで、光フィルター 10 を透過する光、すなわち透過ピーク波長が $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ($\lambda_0 > \lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$) と、順次短くなるように変化する。

10

【0086】

ここで、L, M, N の値は任意に変更できるが、 $L=3, M=3, N=6$ の整数とすることが好ましい。 $L=3, M=3, N=6$ とすると、第 1, 第 2 電極 62, 64 毎に設定されている、第 1 電位差 V_1 から、第 1 電位差 V_1 より大きい第 2 電位差 V_2 、第 2 電位差 V_2 より大きい第 3 電位差 V_3 へと、内周側電位差 V_{seg1} 及び外周側電位差 V_{seg2} をそれぞれ切り替えることができる。

【0087】

図 7 に示すように、電位差制御部 110 は、先ず、外側の第 2 電極 64 に電圧 $V_{O1} \sim V_{O5}$ を順次印加する。上部電極 70 が 0V であることから、上部電極 70 と第 2 電極 64 との間の電位差は、第 1 電位差 V_{O1} 、第 2 電位差 V_{O2} 、第 3 電位差 V_{O3} 、第 4 電位差 V_{O4} 、第 5 電位差 V_{O5} と、外周側電位差 V_{seg2} を順次大きくすることができる。それにより、第 1, 第 2 反射膜 40, 50 間の第 1 ギャップ G 1 の大きさが、 $g_0 > g_1 > g_2 > g_3 > g_4$ と順次狭まる。この結果、光フィルター 10 を透過する光、すなわち透過ピーク波長が $\lambda_0 > \lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_4$ と、順次短くなるように変化する。

20

【0088】

次に電位差制御部 110 は、図 7 に示すように、第 2 電極 64 への最大印加電圧 V_{O5} の印加を維持したまま、電位差制御部 110 は、内側の第 1 電極 62 に電圧 $V_{I1} \sim V_{I4}$ を順次印加する。上部電極 70 が 0V であることから、上部電極 70 と第 1 電極 62 との間の電位差は、第 1 電位差 V_{I1} 、第 2 電位差 V_{I2} 、第 3 電位差 V_{I3} 、第 4 電位差 V_{I4} と、内周側電位差 V_{seg1} を順次大きくすることができる。それにより、第 1, 第 2 反射膜 40, 50 間の第 1 ギャップ G 1 の大きさが、 $g_5 > g_6 > g_7 > g_8$ と順次小さくなる。この結果、光フィルター 10 を透過する光、すなわち透過ピーク波長が $\lambda_5 > \lambda_6 > \lambda_7 > \lambda_8$ と、順次短くなるように変化する。

30

【0089】

電位差制御部 110 は、外周側電位差 V_{seg2} について少なくとも、第 1 電位差 V_{O1} から、第 1 電位差 V_{O1} より大きい第 2 電位差 V_{O2} へ、さらに第 2 電位差 V_{O2} よりも大きい第 3 電位差 V_{O3} に切り替え、内周側電位差 V_{seg1} について少なくとも、第 1 電位差 V_{I1} から、第 1 電位差 V_{I1} より大きい第 2 電位差 V_{I2} へ、さらに第 2 電位差 V_{I2} よりも大きい第 3 電位差 V_{I3} に切り替えるため、可動側の第 2 基板 30 の減衰自由振動を抑制することができ、迅速な波長可変動作が実施することができる。しかも、電位差制御部 110 は、第 1, 第 2 電極 62, 64 の各々に対して 3 値以上の電圧 (電圧 0 を含んでも良い) として、第 1 電極 62 に対して少なくとも第 1 セグメント電圧 V_{I1} 、第 2 セグメント電圧 V_{I2} 及び第 3 セグメント電圧 V_{I3} を、第 2 電極 64 に対して少なくとも第 1 セグメント電圧 V_{O1} 、第 2 セグメント電圧 V_{O2} 及び第 3 セグメント電圧 V_{O3} を印加している。よって、第 1, 第 2 電極 62, 64 の各一つを駆動するだけで、それぞれ 3 段階以上のギャップ可変が可能となり、下部電極 60 のセグメント電極数を無用に多くする必要がない。

40

【0090】

50

1.2.3. 電圧変化量（第1電位差と第2電位差との差の絶対値等）

電位差制御部110は、内周側電位差 V_{seg1} 及び外周側電位差 V_{seg2} の各々について、第2電位差と第3電位差との差の絶対値を、第1電位差と第2電位差との差の絶対値よりも小さくすることができる。本実施形態では上部電極70は共通電圧0Vで不変であるので、例えば外周側電位差 V_{seg2} としての第1電位差と第2電位差との差の絶対値とは、図7及び図8に示すように、第2電極64に印加される第1セグメント電圧 V_{O1} 及び第2セグメント電圧 V_{O2} 間の電圧変化量 V_{O1} と等価である。図7及び図8に示すように、外周側電位差 V_{seg2} の電圧変化量は、 $V_{O1} > V_{O2} > V_{O3} > V_{O4}$ と順次小さくなる関係にあり、内周側電位差 V_{seg1} 電圧変化量も、 $V_{I1} > V_{I2} > V_{I3}$ と順次小さくなる関係にある。

10

【0091】

このような関係にした理由は次の通りである。

【0092】

静電引力 F は、「 $F = (1/2) (V/G)^2 S$ 」と示すことができる。ここで、 ϵ ：誘電率、 V ：印加電圧、 G ：電極間ギャップ、 S ：電極対向面積である。この式から、静電引力 F は、下部、上部電極60, 70間の電位差（本実施形態では下部電極60への印加電圧 V ）の二乗に比例する。図10は、電位差 V の二乗に比例する静電引力 F の特性図（ $F = V^2$ の図）である。図10に示すように、電位差 V が大きくなる方向に、第1電位差、第2電位差、第3電位差と切り替えたとき、第1電位差と第2電位差との差の絶対値 V_1 と、第2電位差と第3電位差との絶対値の差 V_2 が同じ場合（図10では $V_1 = V_2$ ）、静電引力の増加量 F は、 F_1 から F_2 へと急激に増大することになり、オーバーシュートの原因となる。

20

【0093】

そこで、第2電位差と第3電位差との差の絶対値 V_2 は、第1電位差と第2電位差との差の絶対値 V_1 よりも小さくする。これにより、ギャップが狭くなった際の静電引力の急激な増大を抑制することができ、オーバーシュートをより抑制することができ、より迅速な波長可変動作を実現することができる。

【0094】

1.2.4. 電圧印加期間

電位差制御部110は、内周側電位差 V_{reg1} 及び外周側電位差 V_{reg2} の各々について、第2電位差に設定されている期間は、第1電位差に設定されている期間より長く、第3電位差に設定されている期間は、第2電位差に設定されている期間より長くすることができる。本実施形態では、図8に示すように、外周側電位差 V_{reg2} について、第2電位差 V_{O1} の期間 T_{O2} は、第1電位差 V_{O1} の期間 T_{O1} よりも長く、第3電位差 V_{O3} の期間 T_{O3} は、第2電位差 V_{O2} の期間 T_{O2} よりも長く、 $T_{O1} < T_{O2} < T_{O3} < T_{O4} < T_{O5}$ と順次長くなる関係にある。同様に、図8に示すように、内周側電位差 V_{reg1} について、第2電位差 V_{I1} の期間 T_{I2} は、第1電位差 V_{I1} の期間 T_{I1} よりも長く、第3電位差 V_{I3} の期間 T_{I3} は、第2電位差 V_{I2} の期間 T_{I2} よりも長く、 $T_{I1} < T_{I2} < T_{I3} < T_{I4}$ と順次長くなる関係にある。

30

【0095】

第1電位差よりも大きい第2電位差としたとき、または第2電位差よりも大きい第3電位差としたとき、第2基板30の復元力も大きくなる。このため、第2基板30が静止するまでの時間が長くなる。すなわち、第1, 第2反射膜40, 50間の第1ギャップ G_1 が、定位置に安定するまでの時間が長くなる。これに対して、本実施形態のように、第2電位差に設定されている期間を、第1電位差に設定されている期間より長く、第3電位差に設定されている期間を、第2電位差に設定されている期間より長く設定することにより、第1ギャップ G_1 を所定値に安定させることができる。

40

【0096】

1.2.5. 電位差、ギャップ及び可変波長の実施例

図11は、図7に示す電位差、ギャップ及び可変波長の実施例のデータを示す特性図で

50

ある。図 1 1 のデータ番号 1 ~ 9 は図 7 のデータ番号 1 ~ 9 と同一である。図 1 2 は、図 1 1 に示す印加電圧とギャップとの関係を示す特性図である。図 1 3 は、図 1 1 に示す印加電圧と透過ピーク波長との関係を示す特性図である。

【 0 0 9 7 】

図 1 1 では、透過ピーク波長の最大波長 $\lambda_0 = 700 \text{ nm}$ から最小波長 $\lambda_8 = 380 \text{ nm}$ の 9 段階で透過ピーク波長を可変するために、第 1, 第 2 反射膜 40, 50 間の第 1 ギャップ G 1 は最大ギャップ $g_0 = 300 \text{ nm}$ から最小ギャップ $g_8 = 140 \text{ nm}$ の 9 段階に可変されている (図 1 2 も参照)。これに対応して、透過ピーク波長は最大波長 λ_0 から最小波長 λ_8 までの 9 段階に可変されている (図 1 3 も参照)。しかも、図 1 1 では、最大ギャップ g_0 から最小ギャップ g_8 までの 9 段階のギャップ $g_0 \sim g_8$ を等間隔 (= 40 nm) に設定することにより、最大波長 λ_0 から最小波長 λ_8 までの 9 段階の波長 $\lambda_0 \sim \lambda_8$ も等間隔 (= 40 nm) となっている。このように、第 1, 第 2 反射膜間の第 1 ギャップ G 1 の大きさを一定量ずつ順次狭まるように変化させることで、透過ピーク波長も一定値ずつ短くなる。

10

【 0 0 9 8 】

電位差制御部 110 が、外周側電位差 V_{seg2} を $V_{O1} = 16.9 \text{ V}$ 、 $V_{O2} = 21.4 \text{ V}$ 、 $V_{O3} = 25 \text{ V}$ 、 $V_{O4} = 27.6 \text{ V}$ 、 $V_{O5} = 29.8 \text{ V}$ に順次設定し、 $V_{O5} = 29.8 \text{ V}$ に維持したまま、内周側電位差 V_{seg1} を $V_{I1} = 16.4 \text{ V}$ 、 $V_{I2} = 22.2 \text{ V}$ 、 $V_{I3} = 26.3 \text{ V}$ 、 $V_{I4} = 29.3 \text{ V}$ に順次設定する。

【 0 0 9 9 】

なお、第 1, 第 2 反射膜 40, 50 間の第 1 ギャップ G 1 の大きさは、外周側電位差 V_{reg2} に基づく静電引力 F_2 よりも内周側電位差 V_{reg1} に基づく静電引力 F_1 の影響の方が大きい。よって、先ず内周側電位差 V_{reg1} を変化させた後に、内周側電位差 V_{reg1} を一定値に維持したまま外周側電位差 V_{reg2} を変化させても、内周側電位差 V_{reg1} による静電引力 F_1 が支配的となって第 1, 第 2 反射膜 40, 50 間のギャップは外周側電位差 V_{reg2} の通りに変化しない。そこで、本実施形態では先ず外周側電位差 V_{reg2} を変化させた後に、外周側電位差 V_{reg2} を一定値に維持したまま内周側電位差 V_{reg1} を変化させている。

20

【 0 1 0 0 】

電位差制御部 110 は、外周側電位差 V_{reg2} が外周側最大電位差 V_{O5} に到達した後に、外周側電位差 V_{reg2} を外周側最大電位差 V_{O5} に維持して内周側電位差 V_{reg1} を変化させている。こうすると、外周側最大電位差 V_{O5} にて設定された第 1 ギャップ G 1 からさらに、内周側電位差 V_{reg1} の印加による 1 ステップ分のギャップ変化が可能となる。しかも、内周側電位差 V_{reg1} を印加させた後には、既に外周側最大外周側電位差 V_{O5} に達しているため、外周側電位差 V_{reg2} をさらに変化させる必要はない。よって、外周側電位差 V_{reg2} を変化させる時には、内周側電位差 V_{reg1} による支配的な静電引力 F_2 の悪影響は生じない。

30

【 0 1 0 1 】

電位差制御部 110 が内周側電位差 V_{reg1} を内周側最大電位差 V_{I4} に設定したとき、第 1, 第 2 反射膜 40, 50 間の第 1 ギャップ G 1 は最小間隔 g_8 に設定される。外周側最大電位差 V_{O5} 及び内周側最大電位差 V_{I4} の各々は、電位差制御部 110 に供給される最大電圧 V_{max} を超えない範囲で実質的に等しくすることができる。本実施形態では、図 6 に示す電源 120 から例えば最大電圧 $V_{max} = 30 \text{ V}$ が電位差制御部 110 に供給される。このとき、外周側最大電位差 V_{O5} は、最大電圧 $V_{max} (30 \text{ V})$ を越えない 29.8 V に設定され、内周側最大電位差 V_{I4} もまた、最大電圧 $V_{max} (30 \text{ V})$ を越えない 29.3 V に設定されている。

40

【 0 1 0 2 】

図 1 1 では、内周側最大電位差 V_{O5} 及び内周側最大電位差 V_{I4} との間には 0.5 V の微小な相違があるが、実質的に同一と言える。この微小な相違は、内周側電位差 V_{reg1} 及び外周側電位差 V_{reg2} の各々について最大電圧 $V_{max} (30 \text{ V})$ を越えない

50

範囲のフルスケール（図 1 2 及び図 1 3 参照）で、等間隔の透過ピーク波長を得るように設計された結果である。内周側最大電位差 V_{O5} 及び内周側最大電位差 V_{I4} を厳密に一致させるには、第 1, 第 2 電極 6 2, 6 4 の面積比などを調整することで可能ではあるが、厳密に一致させる必要性は乏しい。なお、本実施形態の駆動法では、内周側最大電位差 V_{O5} 及び内周側最大電位差 V_{I4} を実質的に等しくすることで、図 4 (A) にて説明したように、外側の第 4 電極 7 4 のほぼ全周（第 1 スリット 6 4 C との対向領域 7 4 A 1 を含む）に均等な静電引力を生じさせることができるという利点がある。

【0103】

本実施形態では、電位差制御部 1 1 0 は、 $K = 2$ 個の第 1, 第 2 電極 6 2, 6 4 の各々に順次電圧を印加することで、計 $N = 9$ 段階で第 1, 第 2 反射膜 4 0, 5 0 間の第 1 ギャップ G_1 を可変している。このとき、 $K = 2$ 個の第 1, 第 2 電極 6 2, 6 4 のうち同一セグメント電極 6 2（または 6 4）に印加される各印加電圧間の電圧変化量の最小値を V_{kmin} と定義する。図 7 及び図 1 1 の例では、第 1 電極 6 2 については $V_{kmin} = V_{I3} = 3.0$ V であり、第 2 電極 6 4 については $V_{kmin} = V_{O4} = 2.2$ V である。電源ノイズが 0.1 V 程度であることを考慮すると、この最小電圧値 V_{kmin} がノイズに対する感度が小さいことは、以下の比較例との比較からも明らかである。

10

【0104】

1.2.6 比較例

比較例では、図 1 4 (A) (B) に示すように、本実施形態の下部電極 6 0 に代えて図 1 4 (A) に示す下部電極 6 1 を、本実施形態の上部電極 7 0 に代えて図 1 4 (B) に示す上部電極 7 1 を用いる。つまり、比較例の下部、上部電極 6 1, 7 1 はセグメント分割されていない。

20

【0105】

図 1 5 は、図 1 4 (A) (B) に示す下部、上部電極 6 1, 7 1 間の電位差と、それにより得られるギャップ及び可変波長のデータを示す特性図である。図 1 5 のデータ番号 1 ~ 9 は図 7 及び図 1 1 のデータ番号 1 ~ 9 と同一である。図 1 6 は、図 1 5 に示す印加電圧とギャップとの関係を示す特性図である。図 1 7 は、図 1 5 に示す印加電圧と透過ピーク波長との関係を示す特性図である。

【0106】

図 1 5 でも、透過ピーク波長の最大波長 $\lambda_0 = 700$ nm から最小波長 $\lambda_8 = 380$ nm の 9 段階で透過ピーク波長を可変するために、第 1, 第 2 反射膜 4 0, 5 0 間の第 1 ギャップ G_1 は最大ギャップ $g_0 = 300$ nm から最小ギャップ $g_8 = 140$ nm の 9 段階に可変されている（図 1 5 も参照）。これに対応して、透過ピーク波長は最大波長 λ_0 から最小波長 λ_8 までの 9 段階に可変されている（図 1 6 も参照）。

30

【0107】

ただし、比較例では、単一電極である下部電極 6 1 に印加される 9 段階の電圧を、最大電圧 V_{max} (30 V) のフルスケールの中で設定しなければならない。

【0108】

比較例のように、下部電極 6 1 を単一電極で形成した時の $N = 9$ 段階の各印加電圧間の電圧最小変化量を V_{1min} と定義する。図 1 5 の例では、 $V_{1min} = 0.9$ V である。電源ノイズが 0.1 V 程度であることを考慮すると、比較例の電圧最小変化量 V_{1min} はノイズに対する感度が大きい。

40

【0109】

本実施形態の電圧最小変化量 V_{kmin} と比較例の電圧最小変化量 V_{1min} とを比較すると、 $V_{1min} < V_{kmin}$ が成立し、本実施形態ではノイズに対する感度を小さくできる。

【0110】

2. 光フィルターの変形例

図 1 8 は、図 1 の光フィルター 1 0 とは異なる光フィルター 1 1 を示している。図 1 8 に示す第 1 基板 2 1 は、図 1 にて下部電極 6 0 が形成される第 2 対向面 2 0 A 2、平面視

50

にて第1反射膜40が形成される第1対向面20A1の周囲の第1面20A21と、平面視にて第1面20A21の周囲に配置されて第1面20A21とは段差のある第2面20A22とを含む。

【0111】

第1電極62は第1面20A21に配置され、第2電極64は第2面20A22に配置され、第2電極64と上部電極70との間の初期のギャップG22が、第1電極62と前記上部電極70との間の初期のギャップG21と異なっている。

【0112】

このような関係にした理由は、以下の通りである。初期のギャップG21、G22のうち、最初に駆動される例えば第2電極64と対応する初期のギャップG22は、その第2電極64と第2電極との間に作用する静電引力により狭められる。このとき、同時にギャップG21も狭められ、初期ギャップよりも小さくなる。よって、第1電極62を駆動する時には、ギャップG21は初期値よりも小さくなっている。

10

【0113】

ここで、仮に第1面20A21と第2面20A22とが面一であってギャップG21、G22の初期値が同一であるとする。この場合、例えば第2電極64を最初に駆動するときのギャップG22は、後に第1電極62を駆動するときのギャップG21よりも大きくなってしまふ。よって、第2電極64を最初に駆動するときの静電引力を、第1電極64が駆動されたときの静電引力よりも過度に大きく設定しなければならなくなる。

【0114】

よって、この場合には図18に示すように、ギャップG22の初期値をギャップG21の初期値よりも小さくしておくが良い。なお、第1電極62を最初に駆動する場合には、ギャップG21の初期値をギャップG22の初期値よりも小さくしておけばよい。

20

【0115】

3. 分析機器

図19は、本発明に係る一実施形態の分析機器の一例である測色器の概略構成を示すブロック図である。

【0116】

図19において、測色器200は、光源装置202と、分光測定装置203と、測色制御装置204と、を備えている。この測色器200は、光源装置202から検査対象Aに向かって例えば白色光を射出し、検査対象Aで反射された光である検査対象光を分光測定装置203に入射させる。そして、分光測定装置203にて検査対象光を分光し、分光した各波長の光の光量を測定する分光特性測定を実施する。言い換えると、検査対象Aで反射された光である検査対象光を光フィルター（エタロン）10に入射させ、エタロン10から透過した透過光の光量を測定する分光特性測定を実施する。そして、測色制御装置204は、得られた分光特性に基づいて、検査対象Aの測色処理、すなわち、どの波長の色がどの程度含まれているかを分析する。

30

【0117】

光源装置202は、光源210、複数のレンズ212（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212には、コリメーターレンズが含まれており、光源装置202は、光源210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。

40

【0118】

分光測定装置203は、図19に示すように、エタロン10と、受光素子を含む受光部220と、駆動回路230と、制御回路部240と、を備えている。また、分光測定装置203は、エタロン10に対向する位置に、検査対象Aで反射された反射光（測定対象光）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。

【0119】

受光部220は、複数の光電交換素子（受光素子）により構成されており、受光量に応

50

じた電気信号を生成する。そして、受光部 220 は、制御回路部 240 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回路部 240 に出力する。なお、エタロン 10 と受光部（受光素子）220 とでユニット化して、光フィルターモジュールを構成することができる。

【0120】

駆動回路 230 は、エタロン 10 の下部電極 60、上部電極 70、および制御回路部 240 に接続される。この駆動回路 230 は、制御回路部 240 から入力される駆動制御信号に基づいて、下部電極 60 および上部電極 70 間に駆動電圧を印加し、第 2 基板 30 を所定の変位位置まで移動させる。駆動電圧としては、下部電極 60 と上部電極 70 との間に所望の電位差が生じるように印加されればよく、例えば、下部電極 60 に所定の電圧を印加し、上部電極 70 をアース電位としてもよい。駆動電圧としては、直流電圧を用いるのが好ましい。

10

【0121】

制御回路部 240 は、分光測定装置 203 の全体動作を制御する。この制御回路部 240 は、図 19 に示すように、例えば CPU 250、記憶部 260 などにより構成されている。そして、CPU 350 は、記憶部 250 に記憶された各種プログラム、各種データに基づいて、分光測定処理を実施する。記憶部 250 は、例えばメモリーやハードディスクなどの記録媒体を備えて構成され、各種プログラム、各種データなどを適宜読み出し可能に記憶する。

【0122】

ここで、記憶部 260 には、プログラムとして、電圧調整部 261、ギャップ測定部 262、光量認識部 263、および測定部 264 が記憶されている。なお、ギャップ測定部 262 は上述の通り省略しても良い。

20

【0123】

また、記憶部 260 には、第 1 ギャップ G1 の間隔を調整するために静電アクチュエーター 80, 90 に印加する電圧値、およびその電圧値を印加する時間を関連付けた図 7 に示す電圧テーブルデータ 265 が記憶されている。

【0124】

測色制御装置 204 は、分光測定装置 203 および光源装置 202 に接続されており、光源装置 202 の制御、分光測定装置 203 により取得される分光特性に基づく測色処理を実施する。この測色制御装置 204 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。

30

【0125】

そして、測色制御装置 204 は、図 19 に示すように、光源制御部 272、分光特性取得部 270、および測色処理部 271などを備えて構成されている。

【0126】

光源制御部 272 は、光源装置 202 に接続されている。そして、光源制御部 272 は、例えば利用者の設定入力に基づいて、光源装置 202 に所定の制御信号を出力し、光源装置 202 から所定の明るさの白色光を射出させる。

【0127】

分光特性取得部 270 は、分光測定装置 203 に接続され、分光測定装置 203 から入力される分光特性を取得する。

40

【0128】

測色処理部 271 は、分光特性に基づいて、検査対象 A の色度を測定する測色処理を実施する。例えば、測色処理部 271 は、分光測定装置 203 から得られた分光特性をグラフ化し、図示しないプリンターやディスプレイなどの出力装置に出力するなどの処理を実施する。

【0129】

図 20 は、分光測定装置 203 の分光測定動作を示すフローチャートである。まず、制御回路部 240 の CPU 250 は、電圧調整部 261、光量認識部 263、および測定部

50

264を起動させる。また、CPU250は、初期状態として、測定回変数nを初期化(n=0に設定)する(ステップS1)。なお、測定回変数nは、0以上の整数の値をとる。

【0130】

この後、測定部264は、初期状態、すなわち、静電アクチュエータ80,90に電圧が印加されていない状態で、エタロン10を透過した光の光量を測定する(ステップS2)。なお、この初期状態における第1ギャップG1の大きさは、例えば分光測定装置の製造時において予め測定し、記憶部260に記憶しておいてもよい。そして、ここで得られた初期状態の透過光の光量、および第1ギャップG1の大きさを測色制御装置204に出力する。

【0131】

次に、電圧調整部261は、記憶部260に記憶されている電圧テーブルデータ265を読み込む(ステップS3)。また、電圧調整部261は、測定回変数nに「1」を加算する(ステップS4)。

【0132】

この後、電圧調整部261は、電圧テーブルデータ265から、測定回変数nに対応する第1,第2電極62,64の電圧データ及び電圧印加期間データを取得する(ステップS5)。そして、電圧調整部261は、駆動回路230に駆動制御信号を出力し、電圧テーブルデータ265のデータに従って静電アクチュエータ80,90を駆動する処理を実施する(ステップS6)。

【0133】

また、測定部264は、印加時間経過タイミングで、分光測定処理を実施する(ステップS7)。すなわち、測定部264は、光量認識部263により透過光の光量を測定させる。また、測定部264は、測定された透過光の光量と、透過光の波長とを関連付けた分光測定結果を測色制御装置204に出力する制御をする。なお、光量の測定は、複数回または全ての回数の光量のデータを記憶部260に記憶させておき、複数回毎の光量のデータまたは全ての光量のデータの取得後に、まとめて、それぞれの光量を測定してもよい。

【0134】

この後、CPU250は、測定回変数nが最大値Nに達したか否かを判断し(ステップS8)、測定回変数nがNであると判断すると、一連の分光測定動作を終了する。一方、ステップS8において、測定回変数nがN未満である場合、ステップS4に戻り、測定回変数nに「1」を加算する処理を実施し、ステップS5~ステップS8の処理を繰り返す。

【0135】

4. 光機器

図21は、本発明に係る一実施形態の光機器の一例である波長多重通信システムの送信機の概略構成を示すブロック図である。波長多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)通信では、波長の異なる信号は干渉し合わないという特性を利用して、波長が異なる複数の光信号を一本の光ファイバー内で多重的に使用すれば、光ファイバー回線を増設せずにデータの伝送量を向上させることができるようになる。

【0136】

図21において、波長多重送信機300は、光源301からの光が入射される光フィルター10を有し、光フィルター10からは複数の波長0,1,2,...の光が透過される。波長毎に送信器311,312,313が設けられる。送信器311,312,313からの複数チャンネル分の光パルス信号は、波長多重装置321にて1つに合わせられて一本の光ファイバー伝送路331に送出される。

【0137】

本発明は光符号分割多重(OCDM: Optical Code Division Multiplexing)送信機にも同様に適用できる。OCDMは、符号化された光パルス信号のパターンマッチングによってチャンネルを識別するが、光パルス信号を構成する光パルスは、異なる波長の光成分を含んでいるからである。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 8 】

以上、幾つかの実施形態について説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるものである。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

【 符号の説明 】

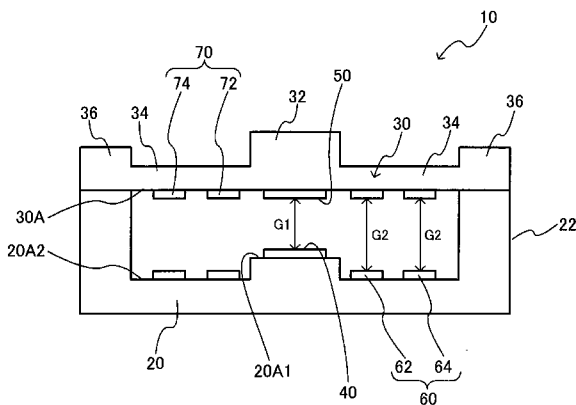
【 0 1 3 9 】

10 ... 光フィルター、20 ... 第1基板、20A1 ... 第1対向面、20A2 ... 第2対向面、20A21 ... 第1面、20A22 ... 第2面、30 ... 第2基板、30A ... 対向面、40 ... 第1反射膜、50 ... 第2反射膜、60 ... 下部電極、62 ... 第1電極、62A ... 第1リング状電極、62B ... 第1引き出し配線、64 ... 第2電極、64A ... 第2リング状電極、64B ... 第2引き出し配線、64C ... 第1スリット、70, 70' ... 上部電極、72 ... 第3電極、72A ... 第3リング状電極、74, 74' ... 第4電極、74A, 74A' ... 第4リング状電極、76A ... 第3引き出し配線、76B ... 第4引出し配線、78 ... 第2スリット、80 ... 第1ギャップ可変駆動部(静電アクチュエーター)、90 ... 第2ギャップ可変駆動部(静電アクチュエーター)、101~104 ... 第1~第4外部接続電極、110 ... 電位差制御部、112 ... 第1電極駆動部、114 ... 第2電極駆動部、116 ... デジタル制御部、120 ... 電源、200 ... 分析機器(測色器)、300 ... 光機器、G1 ... 第1ギャップ、G2 ... 第2ギャップ、L ... 中心線、Vseg1 ... 内周側電位差、Vseg2 ... 外周側電位差、W1, W2 ... リング幅

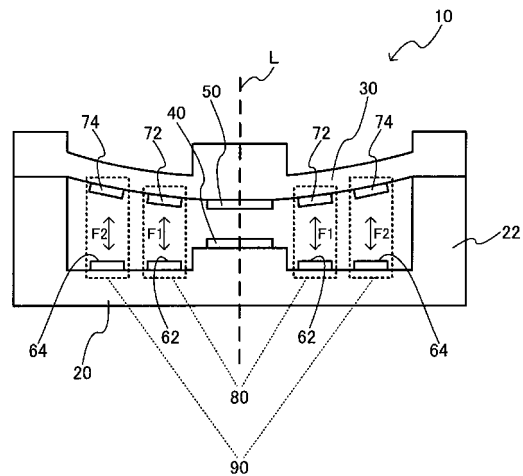
10

20

【 図 1 】

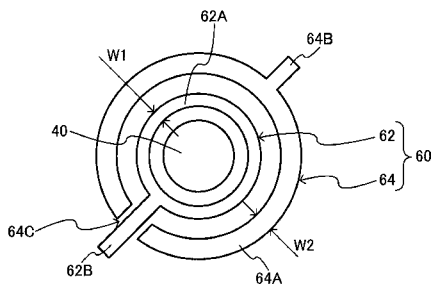


【 図 2 】

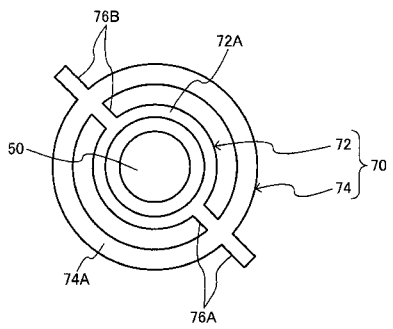


【図3】

(A)

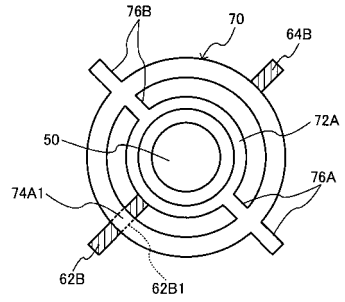


(B)

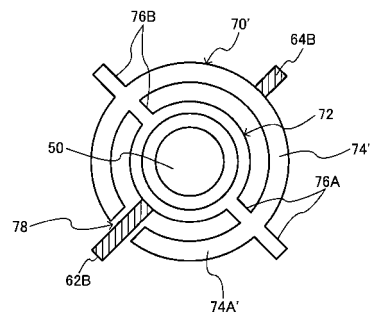


【図4】

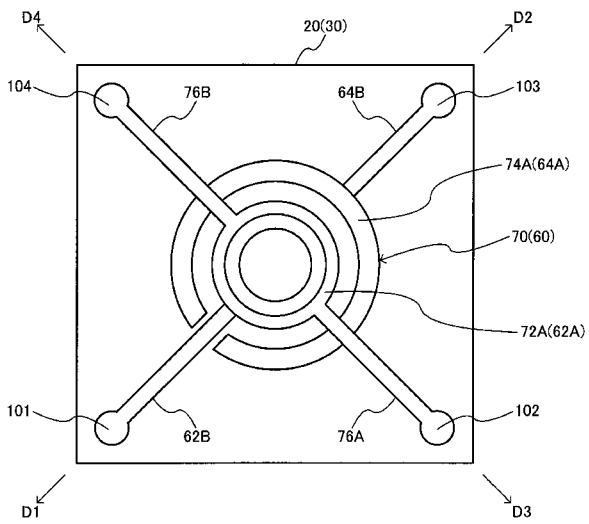
(A)



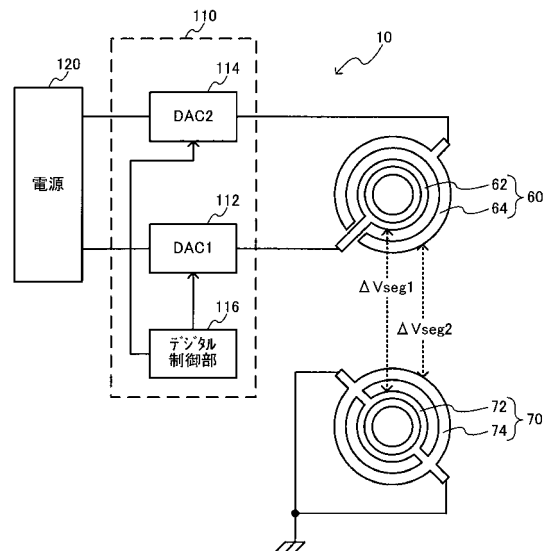
(B)



【図5】



【図6】

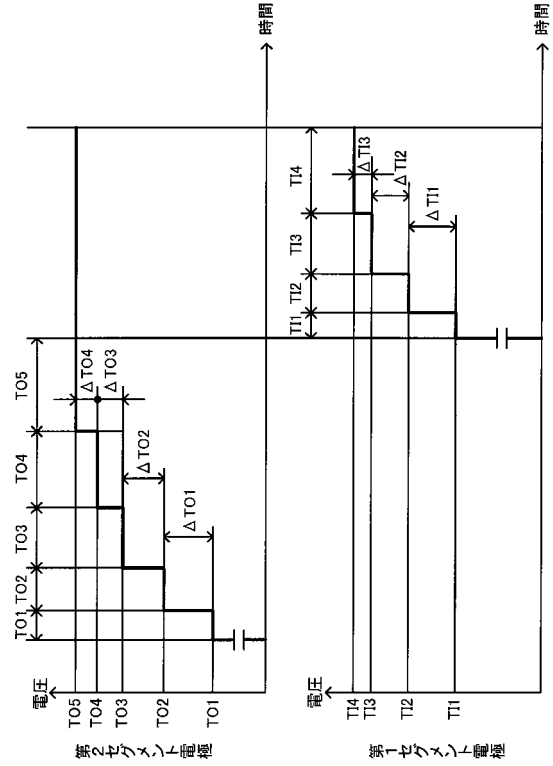


【 図 7 】

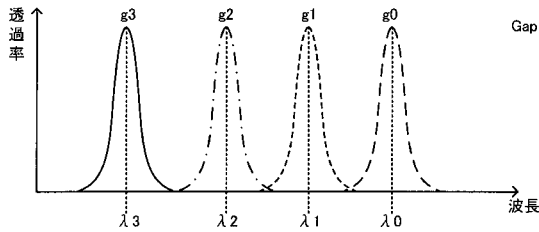
| NO | 透過ピーク波長 | ギャップ | 第1電極 | | | | | |
|----|-------------|------|-----------|-----|--------------|-----------|-----|--------------|
| | | | 第1セグメント電極 | | | 第2セグメント電極 | | |
| | | | 電圧 (電位差) | 期間 | 電圧変化量 | 電圧 (電位差) | 期間 | 電圧変化量 |
| 1 | λ_0 | g0 | 0 | - | - | VO1 | TO1 | - |
| 2 | λ_1 | g1 | 0 | - | - | VO2 | TO2 | $\Delta V01$ |
| 3 | λ_2 | g2 | 0 | - | - | VO3 | TO3 | $\Delta V02$ |
| 4 | λ_3 | g3 | 0 | - | - | VO4 | TO4 | $\Delta V03$ |
| 5 | λ_4 | g4 | 0 | - | - | VO5 | TO5 | $\Delta V04$ |
| 6 | λ_5 | g5 | VI1 | TI1 | - | VO5 | TI1 | - |
| 7 | λ_6 | g6 | VI2 | TI2 | $\Delta VI1$ | VO5 | TI2 | - |
| 8 | λ_7 | g7 | VI3 | TI3 | $\Delta VI2$ | VO5 | TI3 | - |
| 9 | λ_8 | g8 | VI4 | TI4 | $\Delta VI3$ | VO5 | TI4 | - |

(第2電極=0V)

【 図 8 】



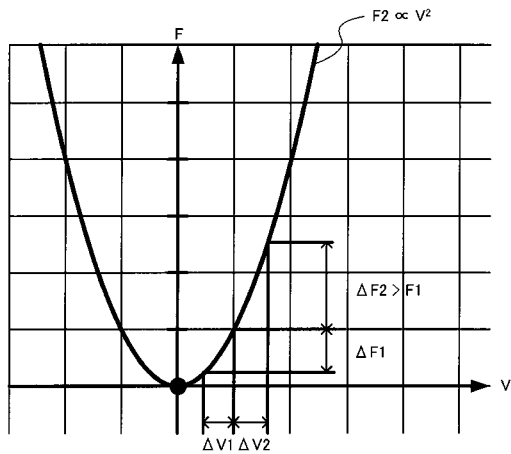
【 図 9 】



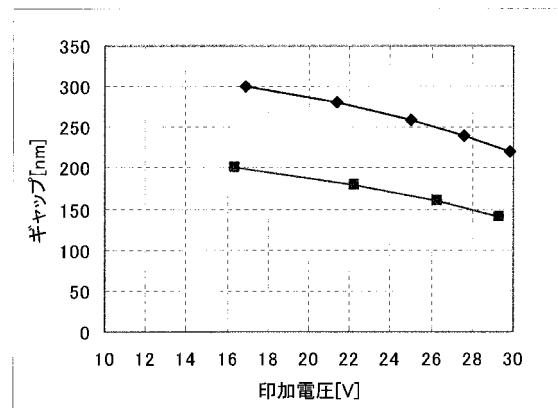
【 図 1 1 】

| NO | 透過ピーク波長 [nm] | ギャップ [nm] | 第1セグメント電極 | | 第2セグメント電極 | |
|----|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | | | 電圧[V] | 電圧変化量[V] | 電圧[V] | 電圧変化量[V] |
| 1 | 700 | 300 | 0 | | 16.9 | |
| 2 | 660 | 280 | 0 | 0 | 21.4 | 4.5 |
| 3 | 620 | 260 | 0 | 0 | 25 | 3.6 |
| 4 | 580 | 240 | 0 | 0 | 27.6 | 2.6 |
| 5 | 540 | 220 | 0 | 0 | 29.8 | 2.2 |
| 6 | 500 | 200 | 16.4 | 16.4 | 29.8 | 0 |
| 7 | 460 | 180 | 22.2 | 5.8 | 29.8 | 0 |
| 8 | 420 | 160 | 26.3 | 4.1 | 29.8 | 0 |
| 9 | 380 | 140 | 29.3 | 3.0 | 29.8 | 0 |

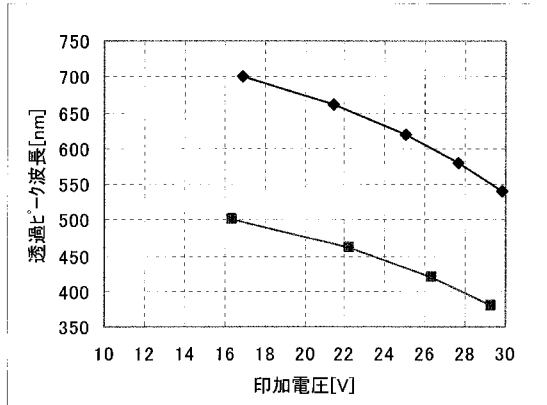
【 図 1 0 】



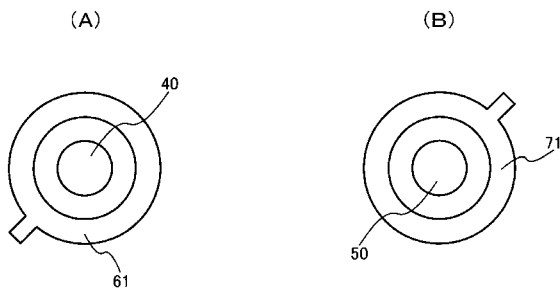
【 図 1 2 】



【図13】



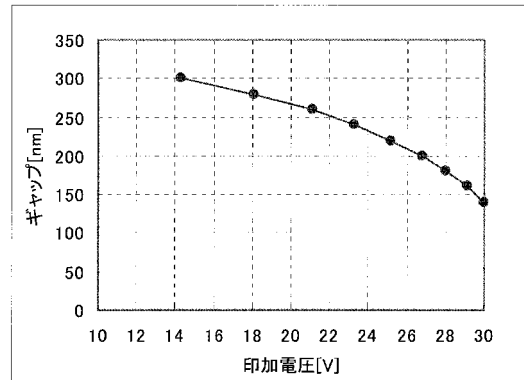
【図14】



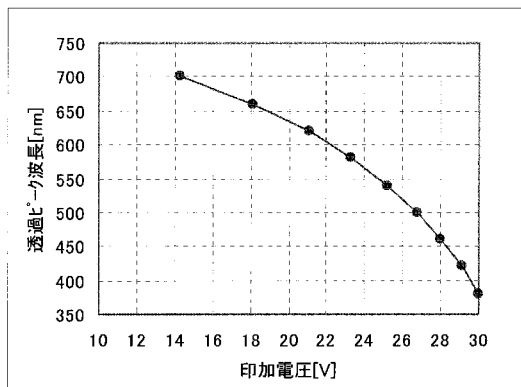
【図15】

| NO | 透過ピーク波長 [nm] | ギャップ [nm] | 第1電極 | |
|----|--------------|-----------|-------|----------|
| | | | 電圧[V] | 電圧変化量[V] |
| 1 | 700 | 300 | 14.3 | |
| 2 | 660 | 280 | 18.1 | 3.8 |
| 3 | 620 | 260 | 21.1 | 3.0 |
| 4 | 580 | 240 | 23.3 | 2.2 |
| 5 | 540 | 220 | 25.2 | 1.9 |
| 6 | 500 | 200 | 26.8 | 1.6 |
| 7 | 460 | 180 | 28.0 | 1.2 |
| 8 | 420 | 160 | 29.1 | 1.1 |
| 9 | 380 | 140 | 30.0 | 0.9 |

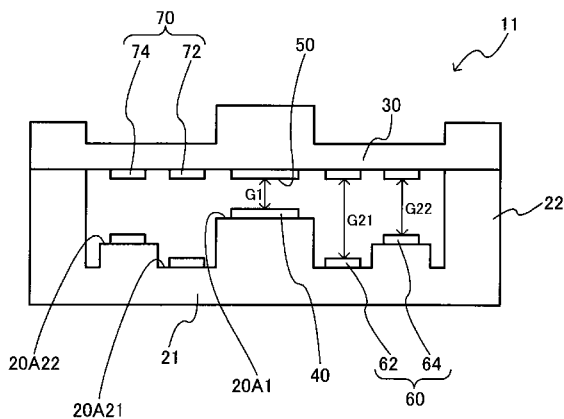
【図16】



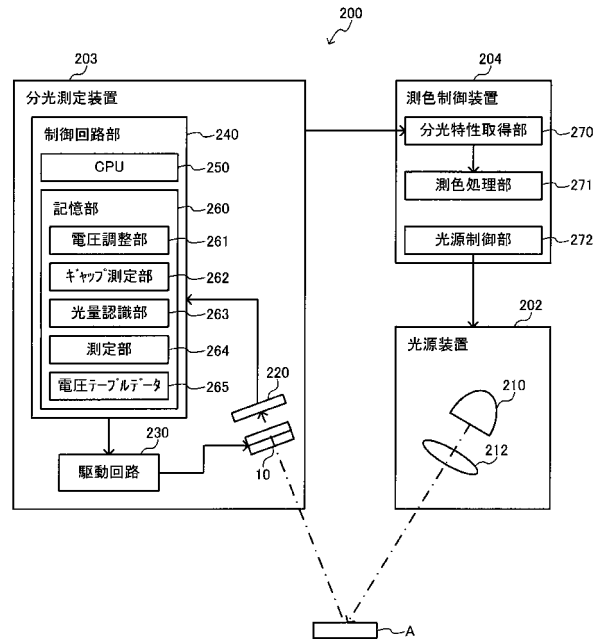
【図17】



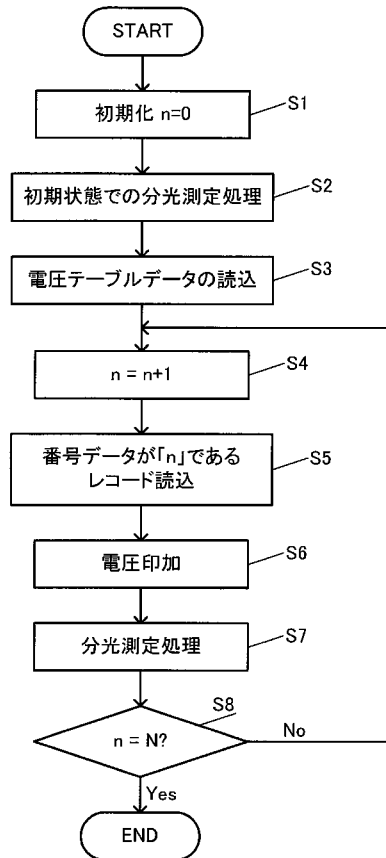
【図18】



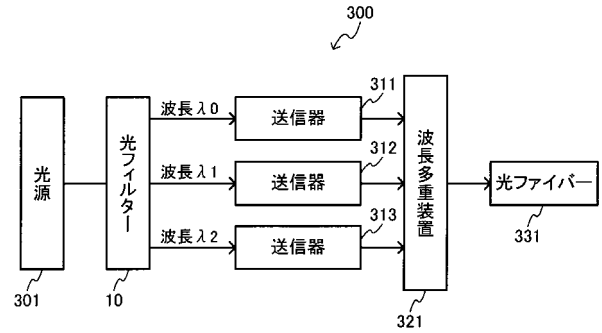
【図19】



【図 2 0】



【図 2 1】



【手続補正書】

【提出日】平成29年7月20日(2017.7.20)

【手続補正 2】

【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 1 電極と第 2 電極との間に第 1 電圧を印加し、

第 3 電極と前記第 2 電極との間に第 2 電圧を印加し、

第 1 反射体の側から第 2 反射体の側を見たとき、前記第 1 電極は前記第 1 反射体と前記第 3 電極との間に配置されていることを特徴とする光フィルターの駆動方法。

【請求項 2】

前記第 1 反射体と前記第 2 反射体との間の第 1 ギャップは、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間の第 2 ギャップより小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の光フィルターの駆動方法。

【請求項 3】

前記第 1 反射体は、第 1 基板と前記第 2 反射体との間に配置され、

前記第 2 反射体は、第 2 基板と前記第 1 反射体との間に配置され、

前記第 1 電極は、前記第 1 基板と前記第 2 電極との間に配置され、

前記第 2 電極は、前記第 2 基板と前記第 1 電極との間に配置されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光フィルターの駆動方法。

【請求項 4】

前記第 1 電極及び前記第 3 電極は、前記第 1 基板の第 1 電極面に配置され、

前記第 2 電極は、前記第 2 基板の第 2 電極面に配置され、
前記第 1 電極面と前記第 2 電極面とは対向するように配置されることを特徴とする請求
項 3 に記載の光フィルターの駆動方法。

【請求項 5】

前記第 1 基板及び前記第 2 基板のうちの少なくとも一方は、ガラスまたは水晶であるこ
とを特徴とする光フィルターの駆動方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明の一態様の光フィルターの駆動方法は、第 1 電極と第 2 電極との間に第 1 電圧を
印加し、第 3 電極と前記第 2 電極との間に第 2 電圧を印加し、第 1 反射体の側から第 2 反
射体の側を見たとき、前記第 1 電極は前記第 1 反射体と前記第 3 電極との間に配置されて
いることを特徴とする。

(1) 本発明の一態様に係る光フィルターは、
第 1 基板と、
前記第 1 基板と対向する第 2 基板と、
前記第 1 基板に設けられた第 1 反射膜と、
前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 反射膜と対向する第 2 反射膜と、
前記第 1 基板に設けられ、平面視において、前記第 1 反射膜の周囲に形成された第 1 電
極と、
前記第 1 基板に設けられ、平面視において、前記第 1 電極の周囲に形成された第 2 電極
と、
前記第 2 基板に設けられ、前記第 1 電極と対向する第 3 電極と、
前記第 2 基板に設けられ、前記第 2 電極と対向する第 4 電極と、
を含むことを特徴とする。

フロントページの続き

Fターム(参考) 2G020 AA04 AA08 BA03 CA03 CB53 CB54 CB55 CC31 CC56 CD06
CD12 CD24 CD36 CD37 CD51 CD56 DA02 DA03 DA04 DA12
DA22 DA32 DA33 DA34 DA35
2H141 MA22 MB28 MC06 MC09 MD02 MD04 MD38 ME04 ME06 ME09
MF05 MG01 MG10 MZ03 MZ22 MZ28