

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/122323 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 26/00 (2006.01) G01J 3/26 (2006.01)
G01B 7/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/055995
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 15 日(15.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-078213 2010 年 3 月 30 日(30.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 若井 浩志 (WAKAI Hiroshi) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 篠原 泰司 (SHINOHARA, Taiji); 〒1020074 東京都千代田区九段南三丁目 7 番 1 4 号 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

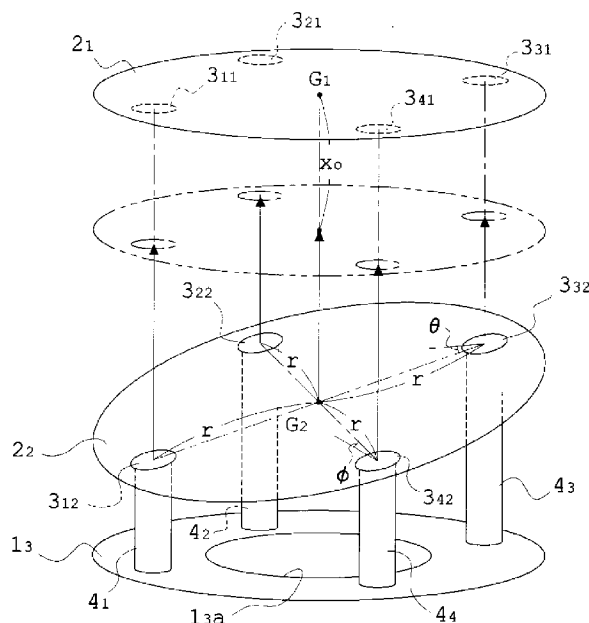
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: VARIABLE SPECTRAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 可変分光素子

[図3]



(57) Abstract: In the disclosed variable spectral element, first and third sensors and second and fourth sensors are arranged symmetrically about a line connecting the centers of gravity of facing surfaces of a pair of optical substrates. Also, first through fourth actuators are arranged along lines extending from the centers of gravity of the facing surfaces of the pair of optical substrates in the directions of the centers of the first through fourth sensors, respectively. The disclosed variable spectral element is provided with a control unit that: uses signals from the first through fourth sensors to compute the distance between the centers of gravity of the facing surfaces of the pair of optical substrates; uses signals from the first and third sensors to compute a first angle that the facing surface of an optical substrate to be moved forms with a plane perpendicular to a line connecting the centers of gravity; uses signals from the second and fourth sensors to compute a second angle that a plane perpendicular to a line connecting the centers of gravity forms with the facing surface of an optical substrate to be moved; and drives the first through fourth actuators on the basis of the distance between the centers of gravity, the first angle, and the second angle.

(57) 要約:

[続葉有]



第1センサと第3センサ、第2センサと第4センサが、一対の光学基板の対向面の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置され、第1～4アクチュエータの各々が、一対の光学基板の対向面の重心から第1～4センサの各々の中心方向へ伸びる線の線上に配置された可変分光素子であって、第1～4センサの信号から、一対の光学基板の対向面の重心同士の間隔を算出し、第1センサの信号と第3センサの信号から、移動させる光学基板の対向面と重心を結んだ線に垂直な面がなす第1の角度を算出し、第2センサの信号と第4センサの信号から、重心を結んだ線に垂直な面と移動させる光学基板の対向面がなす第2の角度を算出し、重心同士の間隔、第1の角度及び第2の角度に基づいて第1～4アクチュエータを駆動する制御部を備えている。

明 細 書

発明の名称： 可変分光素子

技術分野

[0001] 本発明は、可変分光素子に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、空間を隔てて対向するように配置された一对の光学基板のいずれか一方又は両方を、ピエゾ素子のようなアクチュエータを用いて移動させることにより、それらの光学基板の対向する面同士又はその面上に形成された反射膜同士の面間隔（以下、総称して「光学基板の面間隔」という。）を変化させ、光学特性を変化させることのできる可変分光素子として、エタロン装置と制御部とを備えたものが知られている（例えば、特開２００８－１２９１４９参照。）。

[0003] また、このような可変分光素子においては、光学基板の面間隔を所望の間隔とするために、対向する面上にその面間隔を測定するための静電容量センサを配置し、その静電容量センサにより所定のサンプリング周期で現在の面間隔を測定し、測定した面間隔と所望の面間隔との比較を行い、その比較の結果に基づいてアクチュエータを駆動させて面間隔の調整を行うものが知られている（例えば、特開平６－２４１８９９参照。）。

発明の開示

[0004] ところで、特開２００８－１２９１４９及び特開平６－２４１８９９に記載されているような可変分光素子は、例えば、分光特性を連続的に変化させた画像の取得を行う分光内視鏡装置等において用いるときのように、連続的且つ高速に光学特性を変化させなければならない場合、画像取得のサンプリング周期の１フレームという極めて短い時間内に、アクチュエータを制御して光学基板の面間隔を変化させなければならない。

[0005] また、特開２００８－１２９１４９及び特開平６－２４１８９９に記載されているような可変分光素子の光学特性は、一对の光学基板の対向する面同

士又はその面上に形成された反射膜同士の平行度に大きく影響を受けるため、アクチュエータの制御は正確なものでなければならない。

[0006] しかし、特開2008-129149及び特開平6-241899に記載されているような可変分光素子のように、光学基板の面間隔と対向する面の平行度を4つの静電容量センサからの出力値に基づいて制御しようとする場合、アクチュエータ同士の相互の干渉を考慮して4つのアクチュエータを制御する必要がある。そして、そのような演算処理は複雑であるため、制御に時間がかかり、光学特性の変化を高速にすることができないという問題があった。

[0007] 本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、高速且つ正確に光学特性を変化させることのできる可変分光素子を提供することである。

[0008] 上記の目的を達成するために、本発明の可変分光素子は、間隔を隔てて対向するように配置された一对の光学基板と、各々が前記一对の光学基板の対向する面の夫々に配置された一对の電極部を有して各々の配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の面間隔を検出する第1乃至第4静電容量センサと、前記一对の光学基板の少なくとも一方を他方に対して相対的に移動させて前記一对の光学基板の対向する面同士の面間隔を変化させる第1乃至第4アクチュエータを備えた可変分光素子において、前記第1静電容量センサと前記第3静電容量センサとが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されており、前記第2静電容量センサと前記第4静電容量センサとが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されており、前記第1乃至第4アクチュエータの各々が、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心から前記第1乃至第4静電容量センサの各々の中心方向へ伸びる線の線上に配置されており、前記第1乃至第4静電容量センサによる信号から前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心同士の間隔を算出し、前記第1静電容量センサによる信号と前記第3静電容量センサに

よる信号とから前記重心を結んだ線に垂直な面と移動させる前記光学基板の前記対向する面とがなす第1の角度を算出し、前記第2静電容量センサによる信号と前記第4静電容量センサによる信号とから前記重心を結んだ線に垂直な面と移動させる前記光学基板の前記対向する面とがなす第2の角度を算出し、前記重心同士の間隔及び前記第1の角度に基づいて前記第1及び第3アクチュエータを駆動し、前記重心同士の間隔及び前記第2の角度に基づいて前記第2及び第4アクチュエータを駆動する制御部を備えていることを特徴とする。

[0009] また、本発明の可変分光素子は、前記第1乃至第4静電容量センサの各々と前記第1乃至第4アクチュエータの各々とが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として該軸に沿う方向からみて重なる位置に配置されており、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$x_1 = x - r \sin \theta$$

$$x_2 = x - r \sin \phi$$

$$x_3 = x + r \sin \theta$$

$$x_4 = x + r \sin \phi$$

ただし、 x は前記重心同士の間隔、 x_1 、 x_2 、 x_3 及び x_4 はそれぞれ前記第1乃至第4静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の面間隔、 θ は前記第1の角度、 ϕ は前記第2の角度、 r は前記可動基板の対向する面上における重心から前記静電容量センサまでの距離である。

[0010] また、本発明の可変分光素子は、前記制御部が、前記第1乃至第4静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の平均から前記重心同士の間隔を算出し、前記第1及び第3静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の差分から前記第1の角度を算出し、前記第2及び第4静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の差分から前記第2の角度を算出することが好ましい。

[0011] また、本発明の可変分光素子は、前記第1乃至第4静電容量センサ各々と

前記第 1 乃至第 4 アクチュエータの各々とは、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として該軸に沿う方向からみて重なる位置に配置されており、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$x = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4) / 4$$

$$\theta = R_1 (x_3 - x_1)$$

$$\phi = R_2 (x_4 - x_2)$$

ただし、 x は前記重心同士の間隔、 x_1 、 x_2 、 x_3 及び x_4 はそれぞれ前記第 1 乃至第 4 静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の面間隔、 θ は前記第 1 の角度、 ϕ は前記第 2 の角度、 R_1 及び R_2 は所定の係数である。

[0012] また、上記の目的を達成するために、本発明の可変分光素子は、間隔を隔てて対向するように配置された一对の光学基板と、各々が前記一对の光学基板の対向する面の夫々に配置された一对の電極部を有して各々の配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の面間隔を検出する第 1 乃至第 4 静電容量センサと、前記一对の光学基板の少なくとも一方を他方に対して相対的に移動させて前記一对の光学基板の対向する面同士の面間隔を変化させる第 1 乃至第 4 アクチュエータを備えた可変分光素子において、前記第 1 静電容量センサと前記第 3 静電容量センサとは、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されており、前記第 2 静電容量センサと前記第 4 静電容量センサとは、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されており、前記第 1 乃至第 4 静電容量センサと前記第 1 乃至第 4 アクチュエータが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として該軸に沿う方向からみて交互に等間隔となるように環状に配置されており、前記第 1 乃至第 4 静電容量センサによる信号から前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心同士の間隔を算出し、前記第 1 乃至第 4 の静電容量センサによる信号から求めた第 1 及び第 3 アクチュエータの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の面間隔の値を用いて前記重心

を結んだ線に垂直な面と移動させる前記光学基板の前記対向する面とがなす第 1 の角度を算出し、前記第 1 乃至第 4 の静電容量センサによる信号から求めた第 2 及び第 4 アクチュエータの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の値を用いて前記重心を結んだ線に垂直な面と移動させる前記光学基板の前記対向する面とがなす第 2 の角度を算出し、前記重心同士の間隔、前記第 1 の角度及び前記第 2 の角度に基づいて前記第 1 乃至第 4 アクチュエータを駆動する制御部を備えていることを特徴とする。

[0013] 本発明によれば、高速且つ正確に光学特性を変化させることのできる可変分光素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1] 図 1 は実施例 1 に係る可変分光素子のエタロン装置を示す断面図である。

[図2] 図 2 は図 1 のエタロン装置の平面図である。

[図3] 図 3 は図 1 のエタロン装置の一对の光学基板及び四つのピエゾ素子の作動を示す模式図である。

[図4] 図 4 は実施例 1 に係る可変分光素子の制御部の行う演算を示すブロック図である。

[図5] 図 5 は図 1 のエタロン装置の応答特性を示すグラフであり、図 5 A は従来の可変分光素子により制御した場合のグラフ、5 B は本実施例の可変分光素子により制御された場合のグラフである。

[図6] 図 6 は図 1 のエタロン装置の第 1 の変形例を示す平面図である。

[図7] 図 7 は図 1 のエタロン装置の第 2 の変形例を示す平面図である。

[図8] 図 8 は図 1 のエタロン装置の第 3 の変形例を示す平面図である。

[図9] 図 9 は図 1 のエタロン装置の第 4 の変形例を示す断面図である。

[図10] 図 10 は実施例 2 に係る可変分光素子のエタロン装置を示す断面図である。

[図11] 図 11 は図 10 のエタロン装置の平面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、本発明の実施例について、図面を用いて詳細に説明する。

実施例 1

[0016] 図 1～図 5 を用いて、本発明に係る可変分光素子の第 1 の実施例について説明し、その後、図 6～図 9 を用いて 4 つの変形例について説明する。

[0017] 図 1 は、本実施例に係る可変分光素子のエタロン装置を示す断面図である。図 2 は、図 1 のエタロン装置の平面図である。図 3 は、図 1 のエタロン装置の一对の光学基板及び 4 つのピエゾ素子の作動を示す模式図である。図 4 は、実施例 1 に係る可変分光素子の制御部の行う演算を示すブロック図である。図 5 は、図 1 のエタロン装置の応答特性を示すグラフであり、図 5 A は従来の可変分光素子により制御した場合のグラフ、図 5 B は本実施例の可変分光素子により制御された場合のグラフである。図 6 は、図 1 のエタロン装置の第 1 の変形例を示す平面図である。図 7 は、図 1 のエタロン装置の第 2 の変形例を示す平面図である。図 8 は、図 1 のエタロン装置の第 3 の変形例を示す平面図である。図 9 は、図 1 のエタロン装置の第 4 の変形例を示す断面図である。

[0018] 本実施例に係る可変分光素子は、図 1 及び図 2 に示すエタロン装置と、不図示の制御部とによって構成されている。

[0019] まず、図 1 及び図 2 を用いて、この可変分光素子のエタロン装置の構成について説明する。

[0020] このエタロン装置は、図 1 及び図 2 に示すように、外枠 1 の内部に、一对の光学基板 2 と、一对の光学基板 2 の対向する面同士の間隔の測定手段である静電容量センサと、一对の光学基板 2 の一方の基板を移動させるためのアクチュエータであり不図示の制御部により駆動を制御されるピエゾ素子を備えている。

[0021] 外枠 1 は、筒状部材 1₁の端面の一方に環状部材 1₂を、他方に環状部材 1₃を取り付けて構成されている。

[0022] また、環状部材 1₂、1₃には、その略中央部に、円形の開口部 1_{2a}、1_{3a}が形成されているが、このエタロン装置では、その開口部 1_{2a}、1_{3a}を光が

通過する。

- [0023] 一对の光学基板 2 は、対向する面が空間を隔てて互いに平行となるように配置されている固定基板 2_1 と可動基板 2_2 とからなっている。それらのうち、固定基板 2_1 は、外枠 1 の内部において開口部 1_2a 、 1_3a を通過する光の軸を横切るようにして外枠 1 の環状部材 1_2 に固定された円板状の光学部材である。一方、可動基板 2_2 は、開口部 1_2a 、 1_3a を通過する光を横切るようにしてピエゾ素子に保持された円板状の光学部材である。
- [0024] このような一对の光学基板 2 は、可動基板 2_2 が、開口部 1_2a 、 1_3a を通過する光の軸に沿う方向、すなわち、一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向に、ピエゾ素子によって移動させられることにより、対向する面の間隔が変化し得るようになっている。
- [0025] 第 1 静電容量センサ 3_1 、第 2 静電容量センサ 3_2 、第 3 静電容量センサ 3_3 、第 4 静電容量センサ 3_4 は、それぞれ、一对の電極 3_{11} と 3_{12} 、 3_{21} と 3_{22} 、 3_{31} と 3_{32} 、 3_{41} と 3_{42} からなっている。そして、それら的一对の電極は、一对の光学基板 2 の対向する面上であって外枠 1 の開口部 1_2a 、 1_3a を通過する光を遮らない位置に、互いに対向するようにして配置されている。
- [0026] なお、これらの静電容量センサは、電極間の静電容量が面間隔に反比例して変化する特性を有している。そして、このエタロン装置では、これらの静電容量センサにより取得した値を光学基板 2 の面間隔値に変換し不図示の制御部へ出力している。
- [0027] 第 1 ピエゾ素子 4_1 、第 2 ピエゾ素子 4_2 、第 3 ピエゾ素子 4_3 、第 4 ピエゾ素子 4_4 は、それぞれ、外枠 1 の内部において開口部 1_2a 、 1_3a を通過する光を遮らないようにして外枠 1 の環状部材 1_3 に固定されている。
- [0028] そして、第 1 ピエゾ素子 4_1 は第 1 静電容量センサ 3_1 と、第 2 ピエゾ素子 4_2 は第 2 静電容量センサ 3_2 と、第 3 ピエゾ素子 4_3 は第 3 静電容量センサ 3_3 と、第 4 ピエゾ素子 4_4 は第 4 静電容量センサ 3_4 と、一对の光学基板 2 の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、重なる位置に配置されている。

- [0029] また、第1静電容量センサ 3_1 及び第1ピエゾ素子 4_1 と、第3静電容量センサ 3_3 及び第3ピエゾ素子 4_3 とは、一对の光学基板2の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、その重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されている。
- [0030] 一方、第2静電容量センサ 3_2 及び第2ピエゾ素子 4_2 と、第4静電容量センサ 3_4 及び第4ピエゾ素子 4_4 とは、一对の光学基板2の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、その重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されている。
- [0031] つまり、第1静電容量センサ 3_1 及び第1ピエゾ素子 4_1 と、第2静電容量センサ 3_2 及び第2ピエゾ素子 4_2 と、第3静電容量センサ 3_3 及び第3ピエゾ素子 4_3 と、第4静電容量センサ 3_4 及び第4ピエゾ素子 4_4 とは、一对の光学基板2の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、等間隔に配置されている。
- [0032] 次に、図3を用いて、本実施例に係る可変分光素子のエタロン装置における可動基板 2_2 の動作及びその制御について説明する。
- [0033] 図3に示すように、固定基板 2_1 に対して可動基板 2_2 を移動させて一对の光学基板2の面間隔を x_0 にしようとする場合、従来のエタロン装置においては、一对の光学基板2の面間隔が目標値 x_0 となるように、第1静電容量センサ 3_1 の出力値に基づいて第1静電容量センサ 3_1 の配置位置における面間隔が目標値 x_0 となるように第1ピエゾ素子 4_1 を駆動させ、同様に、第2静電容量センサ 3_2 の出力値に基づいて第2ピエゾ素子 4_2 を、第3静電容量センサ 3_3 の出力値に基づいて第3ピエゾ素子 4_3 を、第4静電容量センサ 3_4 の出力値に基づいて第4ピエゾ素子 4_4 を駆動させていた。
- [0034] しかし、そのような制御では、例えば、第1ピエゾ素子 4_1 を正確に駆動させて第1静電容量センサ 3_1 の配置位置における一对の光学基板2の面間隔を目標値 x_0 にしたとしても、その後、第1ピエゾ素子 4_1 に隣接するように配置されている第2ピエゾ素子 4_2 や第4ピエゾ素子 4_4 が駆動する際に生ずる干渉によって、目標値 x_0 に対して面間隔が変化してしまうことがあった。

[0035] そこで、その解消方法としては、P I D制御（Proportional Integral Derivative Control）などのフィードバック制御を採用する方法があるが、その場合、光学基板の面間隔が目標値 x_0 になるまでには長い時間が必要である。

[0036] また、他の解消方法としては、各ピエゾ素子に対し、他のピエゾ素子等による干渉を事前に計算した値を指令値として与える方法があるが、その指令値の算出は非常に複雑になるため、同様に、一対の光学基板 2 の面間隔が目標値 x_0 になるまでには長い時間が必要である。

[0037] そこで、本実施例に係る可変分光素子では、第 1 ～第 4 静電容量センサ 3_1 、 3_2 、 3_3 、 3_4 による 4 つの出力値を、3 つのパラメータに変換して演算を行い、第 1 ～第 4 ピエゾ素子 4_1 、 4_2 、 4_3 、 4_4 の駆動を制御している。

[0038] ここで、図 3 ～図 5 を用いて、本実施例の可変分光素子の制御部の行う演算について詳細に説明する。

[0039] 本実施例の可変分光素子において、図 3 に示すように、固定基板 2_1 に対して可動基板 2_2 を移動させて一対の光学基板 2 の面間隔を x_0 にしようとする場合、まず、図 4 に示すように、制御部に目標値入力部 5_1 を介して、固定基板 2_1 の対向する面の重心 G_1 と可動基板 2_2 の対向する面の重心 G_2 との間隔の目標値 x_0 、それらの重心同士を結んだ線に垂直な面と可動基板 2_2 の対抗する面とがなす第 1 の角度の目標値 θ_0 及び第 2 の角度の目標値 ϕ_0 を入力する。

[0040] 次に、センサ出力変換部 5_2 が、第 1 ～第 4 静電容量センサ 3_1 、 3_2 、 3_3 、 3_4 により測定された各静電容量センサの配置位置における光学基板の面間隔 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 を取得するとともに、それらの面間隔 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 を、重心 G_1 と重心 G_2 との間隔の現在値 x 、第 1 の角度の現在値 θ 及び第 2 の角度の現在値 ϕ に変換する。

[0041] 具体的には、一対の光学基板 2 の対向する面の各々の重心同士の間隔 x は、以下の式により求められる。

$$x = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4) / 4$$

[0042] また、一対の光学基板 2 の対向する面の重心を結んだ線に垂直な面と可動基板 2_2 の固定基板 2_1 と対抗する面とがなす第 1 の角度 θ 及び第 2 の角度 ϕ に

ついては、既知の値である可動基板 2₂の対向する面の重心 G₂から第 1～第 4 静電容量センサ 3₁、3₂、3₃、3₄の電極 3₁₂、3₂₂、3₃₂、3₄₂の中心までの固定基板 2₂の対向する面上における距離 r₃₁、r₃₂、r₃₃、r₃₄を用いて、以下の式が成り立つ。

$$\sin \theta = (x_3 - x_1) / (r_{31} + r_{33})$$

$$\sin \phi = (x_4 - x_2) / (r_{32} + r_{34})$$

[0043] なお、本実施例においては、

$$r_{31} = r_{32} = r_{33} = r_{34} = r$$

であり、第 1 の角度 θ 及び第 2 の角度 ϕ はいずれも十分に小さいため、第 1 の角度 θ 及び第 2 の角度 ϕ は以下の式により求められる。

$$\theta = (x_3 - x_1) / 2r$$

$$\phi = (x_4 - x_2) / 2r$$

[0044] 次に、差分値算出部 5₃において、目標値入力部 5₁を介して入力された目標値 x_0 、 θ_0 、 ϕ_0 と、センサ出力変換部 5₂で変換された x 、 θ 、 ϕ との、それぞれの差分値 e_x 、 e_θ 、 e_ϕ を算出する。

[0045] 次に、指令値算出部 5₄において、差分値算出部 5₃で算出された差分値 e_x 、 e_θ 、 e_ϕ に基づいて P I D 制御を行い、指令値 x_c 、 θ_c 、 ϕ_c を求める。

[0046] 次に、指令値変換部 5₅において、指令値算出部 5₄で求めた指令値 x_c 、 θ_c 、 ϕ_c を第 1～第 4 ピエゾ素子 4₁、4₂、4₃、4₄のそれぞれに対する指令値 x_{c1} 、 x_{c2} 、 x_{c3} 、 x_{c4} に変換する。指令値 x_{c1} 、 x_{c2} 、 x_{c3} 、 x_{c4} はそれぞれ対応する第 1～第 4 ピエゾ素子 4₁、4₂、4₃、4₄を駆動する図示しないピエゾ素子ドライバに入力され、このピエゾ素子ドライバにより第 1～第 4 ピエゾ素子 4₁、4₂、4₃、4₄のそれぞれに駆動電圧が印加される。

[0047] なお、第 1～第 4 ピエゾ素子 4₁、4₂、4₃、4₄のそれぞれに対する指令値 x_{c1} 、 x_{c2} 、 x_{c3} 、 x_{c4} については、既知の値である第 1～第 4 ピエゾ素子 4₁、4₂、4₃、4₄の中心までの固定基板 2₂の対向する面上における距離 r₄₁、r₄₂、r₄₃、r₄₄を用いて、以下の式が成り立つ。

$$x_1 = x_c - r_{41} \sin \theta_c$$

$$x_2 = x_0 - r_{42} \sin \phi_0$$

$$x_3 = x_0 + r_{43} \sin \theta_0$$

$$x_4 = x_0 + r_{44} \sin \phi_0$$

[0048] また、本実施例においては、

$$r_{41} = r_{42} = r_{43} = r_{44} = r$$

であり、第1の角度についての指令値 θ_0 及び第2の角度についての指令値 ϕ_0 はいずれも十分に小さいため、第1～第4ピエゾ素子 4_1 、 4_2 、 4_3 、 4_4 のそれぞれに対する指令値 x_{c1} 、 x_{c2} 、 x_{c3} 、 x_{c4} は以下の式により求められる。

$$x_{c1} = x - r \theta_0$$

$$x_{c2} = x - r \phi_0$$

$$x_{c3} = x + r \theta_0$$

$$x_{c4} = x + r \phi_0$$

[0049] その後、第1～第4ピエゾ素子 4_1 、 4_2 、 4_3 、 4_4 は、それぞれに対する指令値 x_{c1} 、 x_{c2} 、 x_{c3} 、 x_{c4} に基づいてピエゾ素子ドライバにより印加される電圧により駆動され、可動基板 2_2 を移動させて、一对の光学基板2の面間隔 x を変化させる。

[0050] 図5は、可変分光素子においてフィードバック制御を行った際のエタロン装置の応答特性に関する実験結果を示すグラフである。なお、縦軸は一对の光学基板の面間隔（nm）、横軸は時間（sec）であり、図5Aは従来の可変分光素子による実験結果、図5Bは本実施例の可変分光素子による実験結果である。なお、この実験においては、破線で示すように、0.02秒ごとに目標値を切り替えて信号を入力している。

[0051] この図5からもわかるように、本実施例の可変分光素子は、従来の可変分光素子に比べ、一对の光学基板の面間隔が収束するまでの時間が非常に短い。そのため、本発明の可変分光素子は、連続的且つ高速に光学特性を変化させる場合であっても、正確に光学特性を変化させることができる。

[0052] 次に、図6～図9を用いて本実施例の可変分光素子のエタロン装置の変形例を示す。

- [0053] 図6に示すエタロン装置は、上記実施例の可変分光素子のエタロン装置と異なり、第1静電容量センサ 3_1 及び第1ピエゾ素子 4_1 と、第2静電容量センサ 3_2 及び第2ピエゾ素子 4_2 と、第3静電容量センサ 3_3 及び第3ピエゾ素子 4_3 と、第4静電容量センサ 3_4 及び第4ピエゾ素子 4_4 とは、一对の光学基板2の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、等間隔に配置されていない。
- [0054] しかし、このような配置であっても、第1静電容量センサ 3_1 及び第1ピエゾ素子 4_1 と第3静電容量センサ 3_3 及び第3ピエゾ素子 4_3 、第2静電容量センサ 3_2 及び第2ピエゾ素子 4_2 と第4静電容量センサ 3_4 及び第4ピエゾ素子 4_4 が、一对の光学基板2の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、その重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されていれば、制御部において上記実施例の可変分光素子のエタロン装置と同様の演算を行って制御を行うことができる。
- [0055] 図7及び図8に示すエタロン装置は、上記実施例の可変分光素子のエタロン装置と異なり、第1静電容量センサ 3_1 と第1ピエゾ素子 4_1 、第2静電容量センサ 3_2 と第2ピエゾ素子 4_2 、第3静電容量センサ 3_3 と第3ピエゾ素子 4_3 、第4静電容量センサ 3_4 と第4ピエゾ素子 4_4 が、一对の光学基板2の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、重ならない位置に配置されている。
- [0056] しかし、このような配置であっても、一对の光学基板2の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、第1～第4ピエゾ素子 4_1 、 4_2 、 4_3 、 4_4 の各々が、第1～第4静電容量センサ 3_1 、 3_2 、 3_3 、 3_4 の各々の中心方向へ伸びる線の線上に配置されていれば、制御部において上記実施例の可変分光素子のエタロン装置と同様の演算を行って制御を行うことができる。
- [0057] 図9に示すエタロン装置は、上記実施例の可変分光素子のエタロン装置と異なり、外枠1を備えておらず、第1ピエゾ素子 4_1 、第2ピエゾ素子 4_2 、第3ピエゾ素子 4_3 、第4ピエゾ素子 4_4 が、それぞれ、エタロン装置を通過する光を遮らないようにして、固定基板 2_1 の対向する面上に固定されている。

[0058] しかし、このような構成であっても、制御部において上記実施例の可変分光素子のエタロン装置と同様の演算を行って制御を行うことができる。

実施例 2

[0059] 図 10～図 11 を用いて、本発明に係る可変分光素子であるエタロン装置を備えた可変分光素子の第 2 の実施例について説明する。なお、本実施例の可変分光素子のエタロン装置を構成する部材は、実施例 1 のエタロン装置を構成する部材と同じであるため、同じ構成を有する部材には、同一の符号を付すとともに、それらについての詳細な説明は省略する。また、本実施例の可変分光素子の制御部の構成や内部で行われる演算は、実施例 1 の可変分光素子の制御部で行われる演算とほぼ同じであるため、それらについての詳細な説明は省略する。

[0060] なお、図 10 は、本実施例に係る可変分光素子のエタロン装置を示す断面図である。図 11 は、図 10 のエタロン装置の平面図である。

[0061] 図 10 及び図 11 を用いて、この可変分光素子のエタロン装置の構成について説明する。

[0062] 本実施例の可変分光素子のエタロン装置においては、実施例 1 の可変分光素子のエタロン装置と異なり、第 1～第 4 ピエゾ素子 4_1 、 4_2 、 4_3 、 4_4 と第 1～第 4 静電容量センサ 3_1 、 3_2 、 3_3 、 3_4 が、一对の光学基板 2 の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、交互に等間隔となるように環状に配置されている。

[0063] 次に、本実施例に係る可変分光素子のエタロン装置における可動基板 2₂ の動作及びその制御について説明する。

[0064] 実施例 1 の可変分光素子においては、第 1～第 4 静電容量センサ 3_1 、 3_2 、 3_3 、 3_4 の出力値から一对の光学基板 2 の対向する面の重心同士の間隔 x を算出し、第 1、第 3 静電容量センサ 3_1 、 3_3 の出力値から第 1 の角度 θ を算出し、第 2、第 4 静電容量センサ 3_2 、 3_4 の出力値から第 2 の角度 ϕ を算出する。そして、第 1、第 3 ピエゾ素子 4_1 、 4_3 の駆動を重心同士の間隔 x と第 1 の角度 θ に基づいて制御し、第 2、第 4 ピエゾ素子 4_2 、 4_4 の駆動を重心同士の間

隔 x と第2の角度 ϕ に基づいて制御している。

[0065] これに対し、本実施例の可変分光素子においては、第1～第4静電容量センサ 3_1 、 3_2 、 3_3 、 3_4 の全ての出力値を用いて重心同士の間隔 x 、第1の角度 θ 及び第2の角度 ϕ を算出する。そして、第1～第4ピエゾ素子 4_1 、 4_2 、 4_3 、 4_4 それぞれの駆動を重心同士の間隔 x 、第1の角度 θ 及び第2の角度 ϕ に基づいて制御する。

[0066] このように、本実施例では、静電容量センサ3と対応するピエゾ素子4とが、一对の光学基板2の対向する面の各々の重心を結んだ線に沿う方向からみて、重なる位置に配置されていないが、静電容量センサ3が検出した一对の光学基板2の対向する面同士の間隔を、第1～第4ピエゾ素子 4_1 、 4_2 、 4_3 、 4_4 の位置における光学基板の面間隔 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 に変換しているため、実施例1と同一の制御を行うことができる。

[0067] したがって、本実施例2においても、実施例1の可変分光素子と同様に、本実施例の可変分光素子は、従来の可変分光素子に比べ、一对の光学基板2の面間隔が収束するまでの時間が非常に短い。そのため、本発明の可変分光素子は、連続的且つ高速に光学特性を変化させる場合であっても、正確に光学特性を変化させることができる。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明の可変分光素子は、高速且つ正確に光学特性を変化させることができるから、分光内視鏡等において好適に用いることができ、実用上極めて有用である。

符号の説明

[0069]

1	外枠
1_1	筒状部材
1_2 , 1_3	環状部材
1_2a , 1_3a	開口部
2	一对の光学基板
2_1	固定基板

2_2	可動基板	
3_1	第 1 静電容量センサ	
3_2	第 2 静電容量センサ	
3_3	第 3 静電容量センサ	
3_4	第 4 静電容量センサ	
$3_{11}, 3_{12}, 3_{21}, 3_{22}, 3_{31}, 3_{32}, 3_{41}, 3_{42}$		電極
4_1	第 1 ピエゾ素子	
4_2	第 2 ピエゾ素子	
4_3	第 3 ピエゾ素子	
4_4	第 4 ピエゾ素子	
5_1	目標値入力部	
5_2	センサ出力変換部	
5_3	差分値算出部	
5_4	指令値算出部	
5_5	指令値変換部	
G_1	固定基板の対向する面における重心	
G_2	可動基板の対向する面における重心	

請求の範囲

[請求項1]

間隔を隔てて対向するように配置された一対の光学基板と、各々が前記一対の光学基板の対向する面の夫々に配置された一対の電極部を有して各々の配置位置における前記一対の光学基板の対向する面同士の間隔を検出する第1乃至第4静電容量センサと、前記一対の光学基板の少なくとも一方を他方に対して相対的に移動させて前記一対の光学基板の対向する面同士の間隔を変化させる第1乃至第4アクチュエータを備えた可変分光素子において、

前記第1静電容量センサと前記第3静電容量センサとが、前記一対の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されており、

前記第2静電容量センサと前記第4静電容量センサとが、前記一対の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されており、

前記第1乃至第4アクチュエータの各々が、前記一対の光学基板の対向する面の各々の重心から前記第1乃至第4静電容量センサの各々の中心方向へ伸びる線の線上に配置されており、

前記第1乃至第4静電容量センサによる信号から前記一対の光学基板の対向する面の各々の重心同士の間隔を算出し、前記第1静電容量センサによる信号と前記第3静電容量センサによる信号とから前記重心を結んだ線に垂直な面と移動させる前記光学基板の前記対向する面とがなす第1の角度を算出し、前記第2静電容量センサによる信号と前記第4静電容量センサによる信号とから前記重心を結んだ線に垂直な面と移動させる前記光学基板の前記対向する面とがなす第2の角度を算出し、前記重心同士の間隔及び前記第1の角度に基づいて前記第1及び第3アクチュエータを駆動し、前記重心同士の間隔及び前記第2の角度に基づいて前記第2及び第4アクチュエータを駆動する制御部を備えていることを特徴とする可変分光素子。

[請求項2] 前記第1乃至第4静電容量センサ各々と前記第1乃至第4アクチュエータの各々とが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として該軸に沿う方向からみて重なる位置に配置されており、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の可変分光素子。

$$x_1 = x - r \sin \theta$$

$$x_2 = x - r \sin \phi$$

$$x_3 = x + r \sin \theta$$

$$x_4 = x + r \sin \phi$$

ただし、 x は前記重心同士の間隔、 x_1 、 x_2 、 x_3 及び x_4 はそれぞれ前記第1乃至第4静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔、 θ は前記第1の角度、 ϕ は前記第2の角度、 r は前記可動基板の対向する面上における重心から前記静電容量センサまでの距離である。

[請求項3] 前記制御部が、前記第1乃至第4静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の平均から前記重心同士の間隔を算出し、前記第1及び第3静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の差分から前記第1の角度を算出し、前記第2及び第4静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の差分から前記第2の角度を算出することを特徴とする請求項1に記載の可変分光素子。

[請求項4] 前記第1乃至第4静電容量センサの各々と前記第1乃至第4アクチュエータの各々とが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として該軸に沿う方向からみて重なる位置に配置されており、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の可変分光素子。

$$x = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4) / 4$$

$$\theta = R_1 (x_3 - x_1)$$

$$\phi = R_2 (x_4 - x_2)$$

ただし、 x は前記重心同士の間隔、 x_1 、 x_2 、 x_3 及び x_4 はそれぞれ前記第1乃至第4静電容量センサの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔、 θ は前記第1の角度、 ϕ は前記第2の角度、 R_1 及び R_2 は所定の係数である。

[請求項5]

間隔を隔てて対向するように配置された一对の光学基板と、各々が前記一对の光学基板の対向する面の夫々に配置された一对の電極部を有して各々の配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔を検出する第1乃至第4静電容量センサと、前記一对の光学基板の少なくとも一方を他方に対して相対的に移動させて前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔を変化させる第1乃至第4アクチュエータを備えた可変分光素子において、

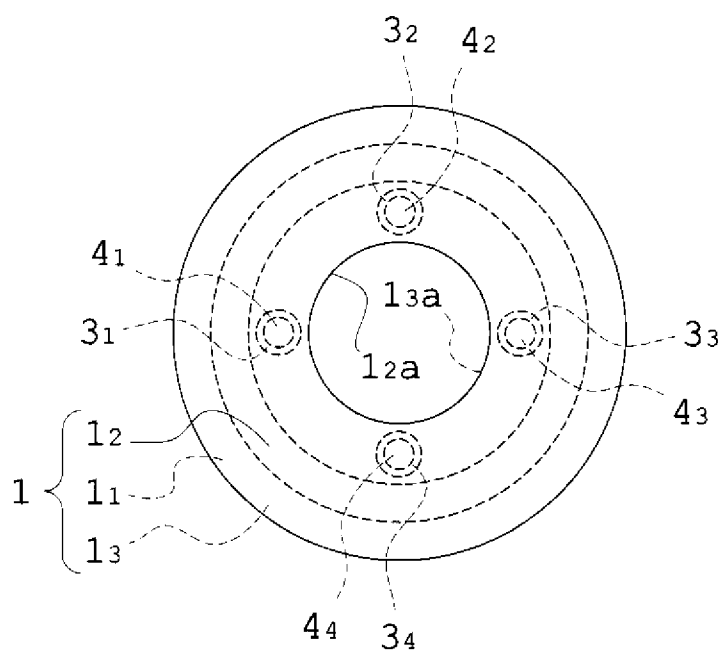
前記第1静電容量センサと前記第3静電容量センサとが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されており、

前記第2静電容量センサと前記第4静電容量センサとが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として対称となる位置に配置されており、

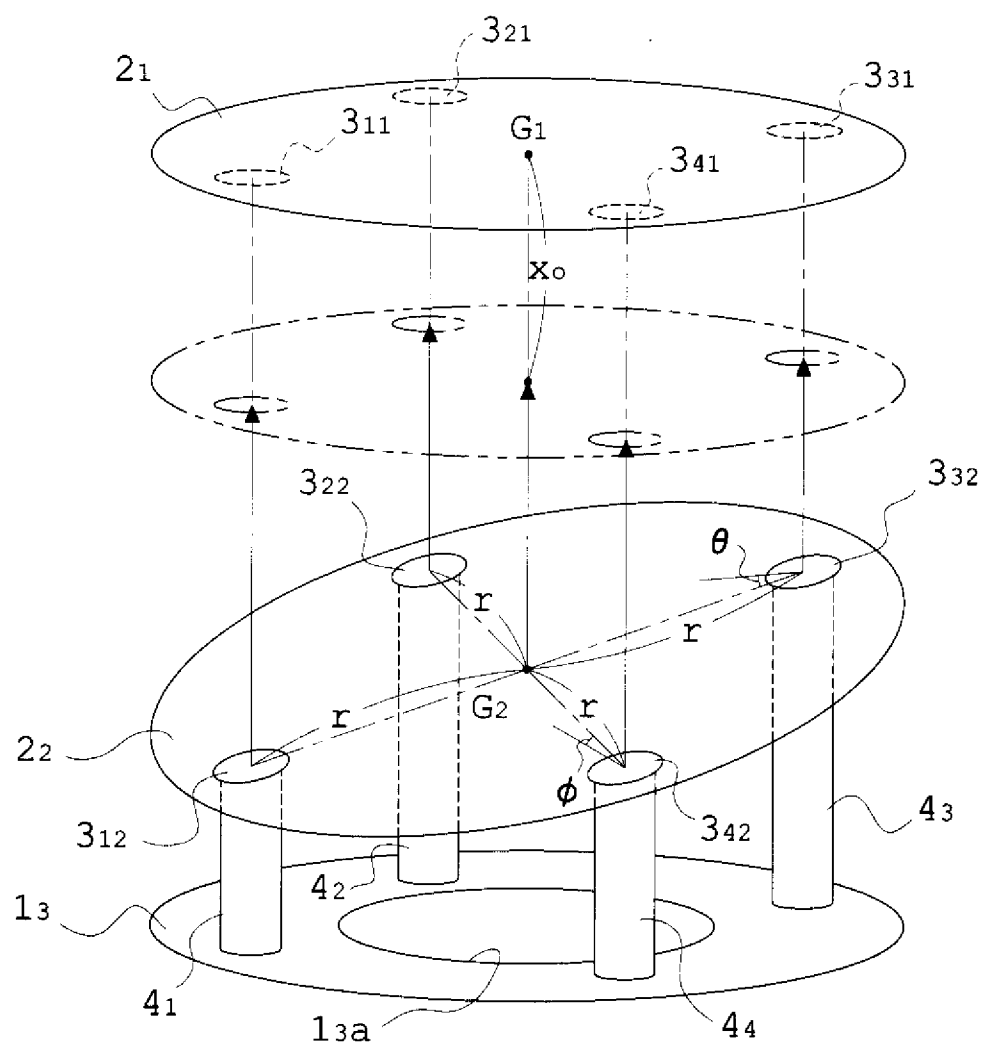
前記第1乃至第4静電容量センサと前記第1乃至第4アクチュエータとが、前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心を結んだ線を軸として該軸に沿う方向からみて交互に等間隔となるように環状に配置されており、

前記第1乃至第4静電容量センサによる信号から前記一对の光学基板の対向する面の各々の重心同士の間隔を算出し、前記第1乃至第4の静電容量センサによる信号から求めた第1及び第3アクチュエータの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の値を用いて前記重心を結んだ線に垂直な面と移動させる前記光学基板

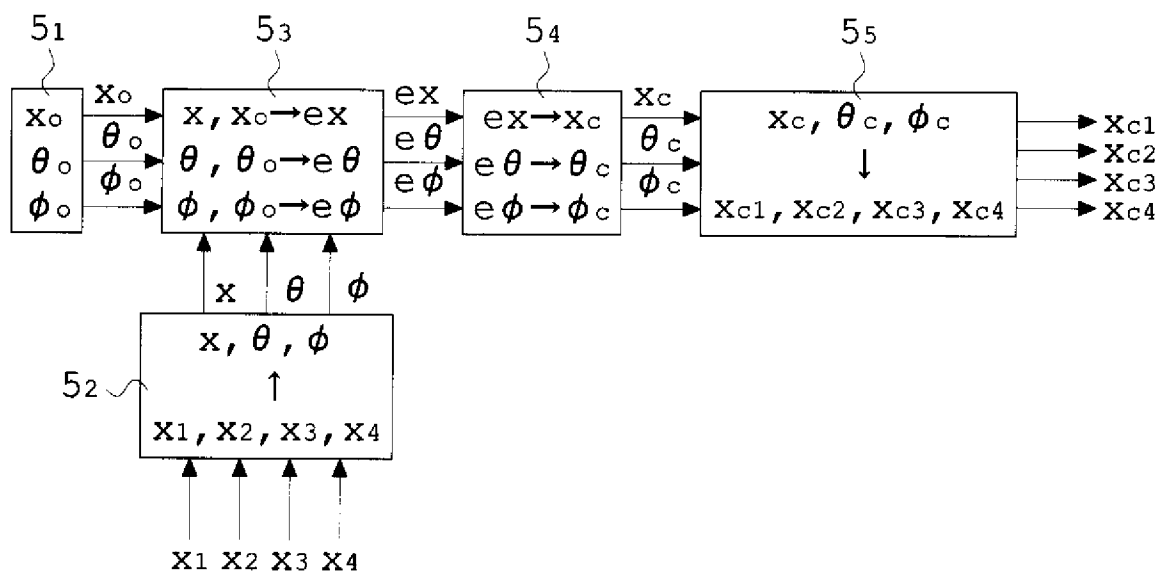
の前記対向する面とがなす第 1 の角度を算出し、前記第 1 乃至第 4 の静電容量センサによる信号から求めた第 2 及び第 4 アクチュエータの配置位置における前記一对の光学基板の対向する面同士の間隔の値を用いて前記重心を結んだ線に垂直な面と移動させる前記光学基板の前記対向する面とがなす第 2 の角度を算出し、前記重心同士の間隔、前記第 1 の角度及び前記第 2 の角度に基づいて前記第 1 乃至第 4 アクチュエータを駆動する制御部を備えていることを特徴とする可変分光素子。



[図3]



[図4]



[図5]

図5A

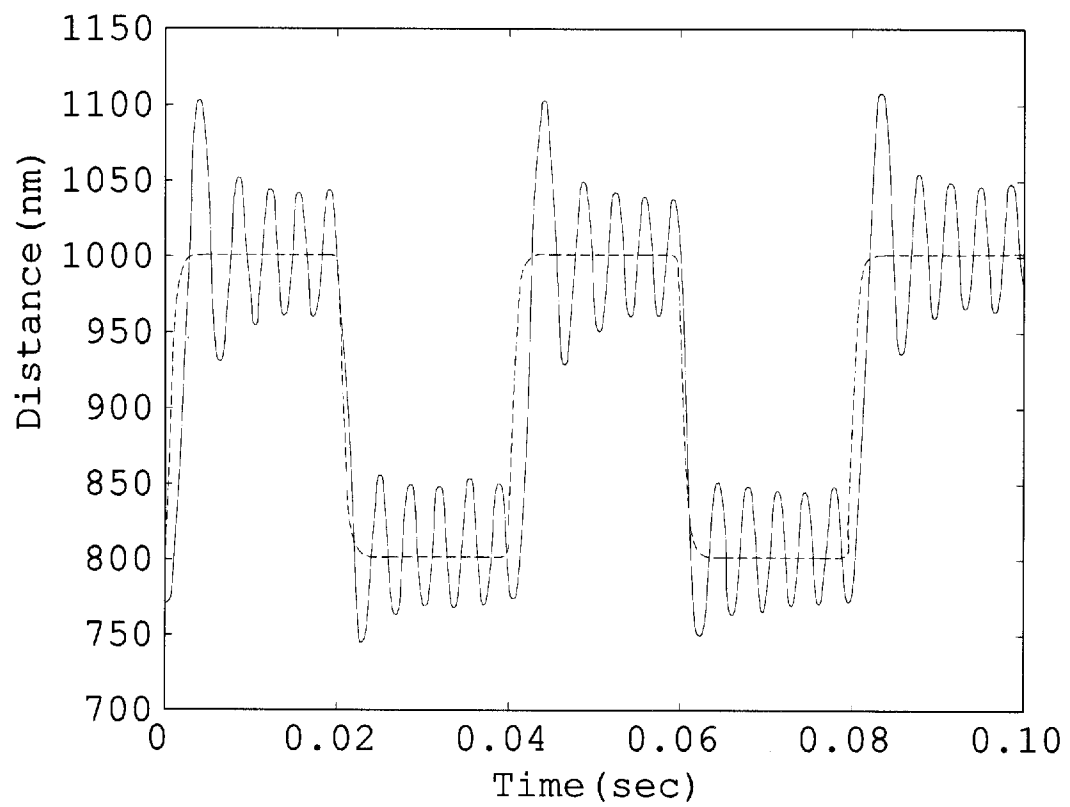
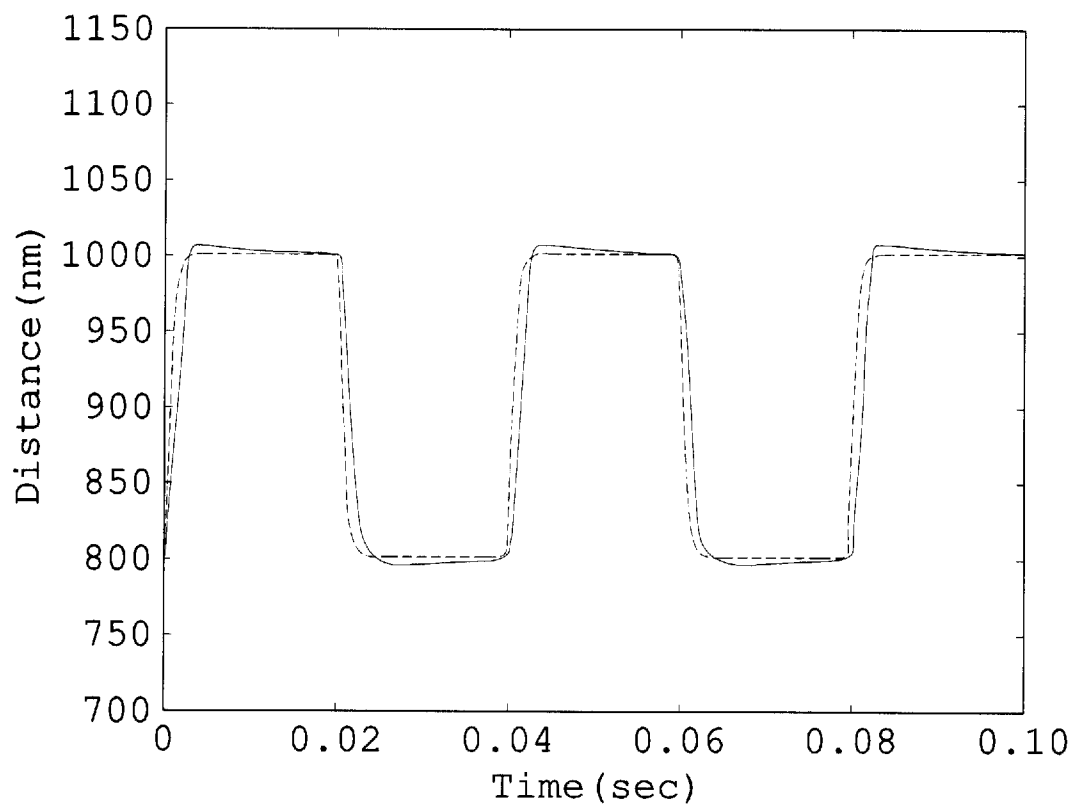
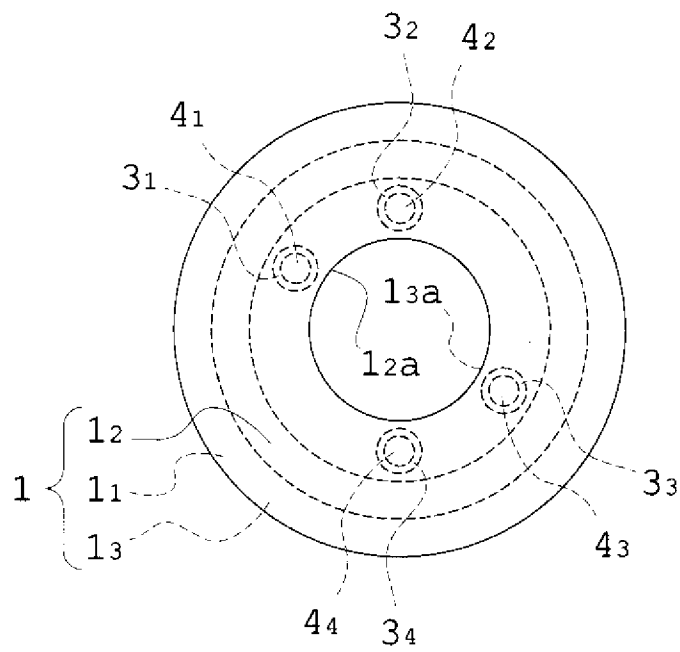


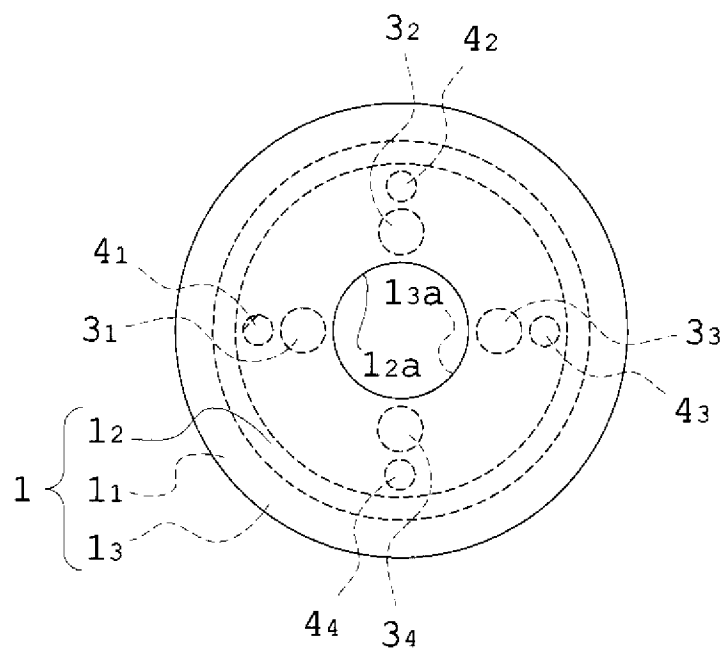
図5B



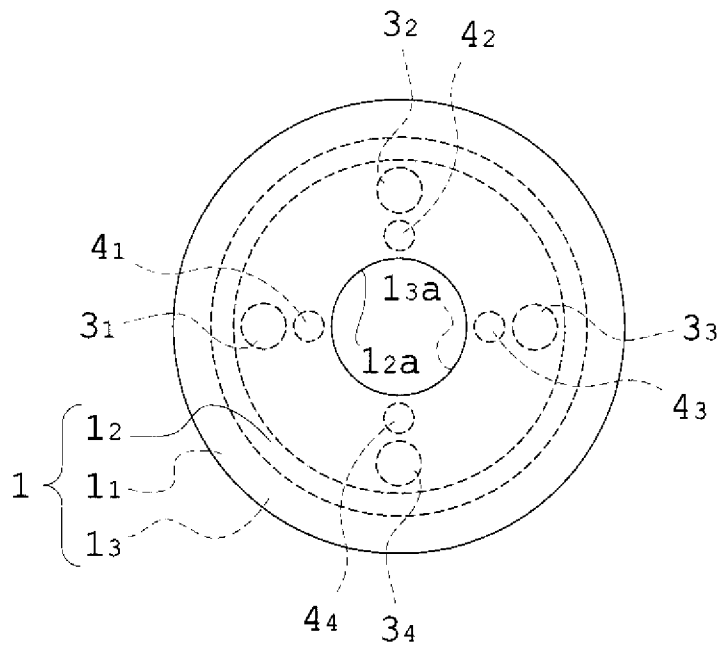
[図6]



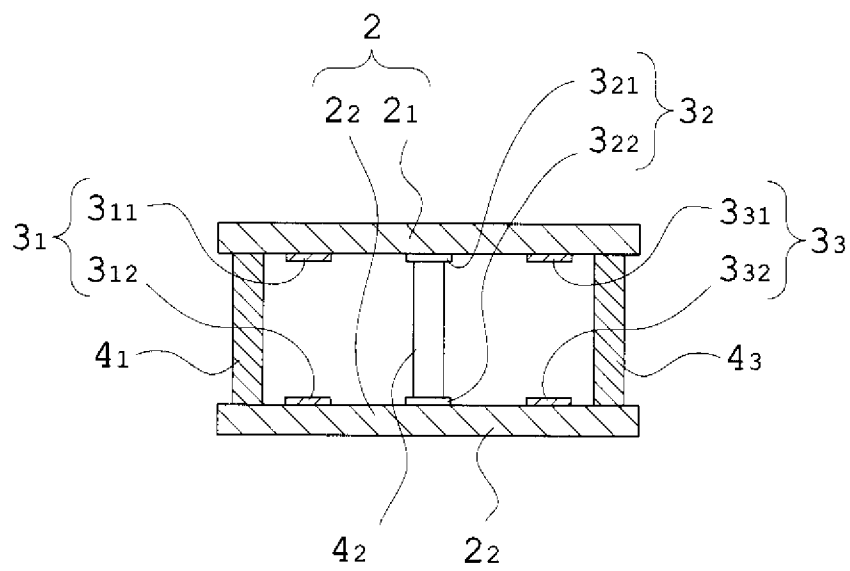
[図7]



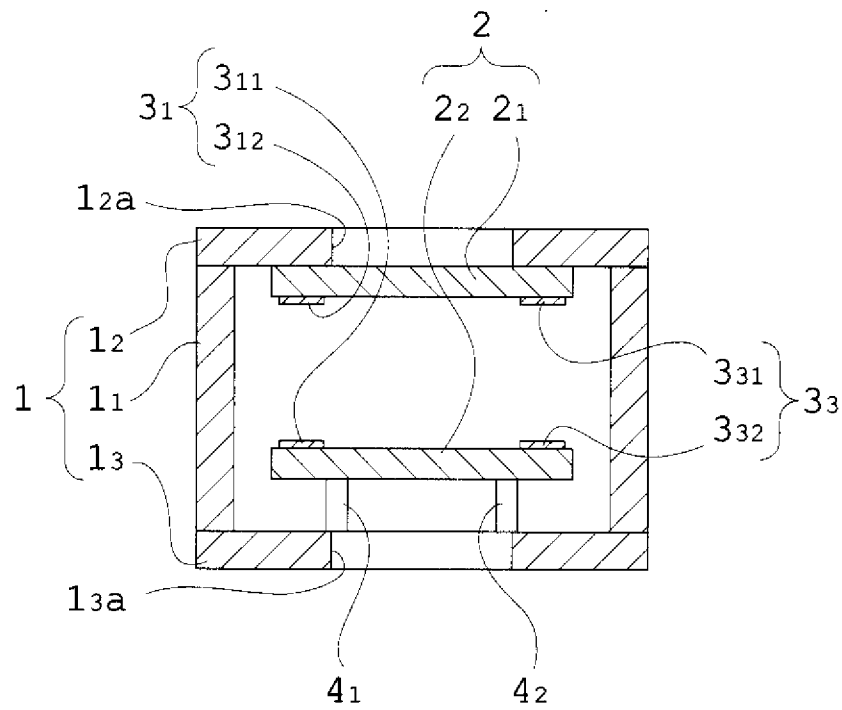
[図8]



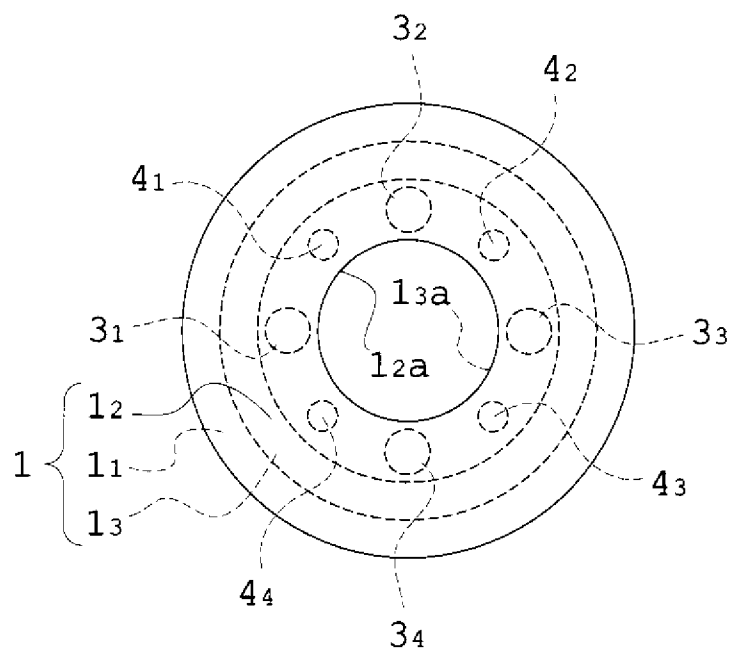
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055995

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/00(2006.01)i, G01B7/30(2006.01)i, G01J3/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B26/00, G01B7/30, G01J3/26, G02B5/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-129149 A (Olympus Corp.), 05 June 2008 (05.06.2008), entire text; all drawings & US 2010/0027010 A1 & EP 2083307 A1 & WO 2008/059892 A1	1-5
A	JP 2008-197362 A (Olympus Corp.), 28 August 2008 (28.08.2008), entire text; all drawings & US 2010/0103522 A1 & EP 2120082 A1 & WO 2008/099817 A1	1-5
A	JP 6-241899 A (Shimadzu Corp.), 02 September 1994 (02.09.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 June, 2011 (13.06.11)

Date of mailing of the international search report
28 June, 2011 (28.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055995

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2010-224011 A (Olympus Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/00(2006.01)i, G01B7/30(2006.01)i, G01J3/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/00, G01B7/30, G01J3/26, G02B5/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	J P 2 0 0 8 - 1 2 9 1 4 9 A（オリンパス株式会社）2 0 0 8. 0 6. 0 5, 全文, 全図 & US 2 0 1 0 / 0 0 2 7 0 1 0 A 1 & EP 2 0 8 3 3 0 7 A 1 & WO 2 0 0 8 / 0 5 9 8 9 2 A 1	1-5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 3. 0 6. 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 8. 0 6. 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

河原 正

2 X

9 0 1 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	J P 2 0 0 8 - 1 9 7 3 6 2 A (オリンパス株式会社) 2 0 0 8 . 0 8 . 2 8 , 全文, 全図 & U S 2 0 1 0 / 0 1 0 3 5 2 2 A 1 & E P 2 1 2 0 0 8 2 A 1 & W O 2 0 0 8 / 0 9 9 8 1 7 A 1	1-5
A	J P 6 - 2 4 1 8 9 9 A (株式会社島津製作所) 1 9 9 4 . 0 9 . 0 2 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
P, A	J P 2 0 1 0 - 2 2 4 0 1 1 A (オリンパス株式会社) 2 0 1 0 . 1 0 . 0 7 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5