

(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
2015 年 10 月 1 日(01.10.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/146146 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 26/08 (2006.01) *G02B 26/10* (2006.01)
B81B 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/001652
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 24 日(24.03.2015)
- (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 2014-068602 2014 年 3 月 28 日(28.03.2014) JP
- (71) 出願人: 住友精密工業株式会社(SUMITOMO PRECISION PRODUCTS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町 1 番 1 0 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 内納 亮平(UCHINO, Ryohei); 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町 1 番 1 0 号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所(MAEDA & PARTNERS); 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町 2 丁目 5 番 7 号 大阪丸紅ビル 5 階 Osaka (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

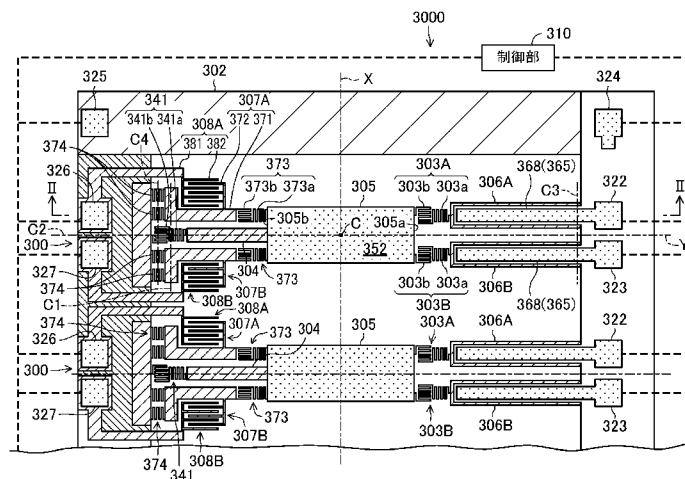
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, 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: DRIVE APPARATUS

(54) 発明の名称: 駆動装置



310 Control unit

(57) Abstract: The purpose of this invention is to increase the displacement of movable comb electrodes when moving parts are tilting and detect the displacement of said moving parts with a high degree of precision on the basis of changes in capacitance. This mirror device (300) has a base (302), mirrors (305), actuators (306), extending parts (304) provided on the opposite side of an X-axis for the mirrors (305) from the actuators (306), fixed comb electrodes (308), and movable comb electrodes (307) provided on the opposite side of the X-axis for the mirrors (305) from the actuators (306). Each movable comb electrode (307) is provided with a beam section (371) that is connected to a mirror (305) via a hinge (373) and electrode fingers (372) provided on said beam section (371). Each extending part (304) is connected to the base (302) via a hinge (341). Each mirror (305) tilts about a principal axis that passes through the corresponding hinge (341).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/146146 A1



本発明は、移動部が傾動する際の可動櫛歯電極の変位を大きくし、移動部の変位を静電容量の変化に基づいて精度良く検出することを目的とする。本発明のミラーデバイス(300)は、ベース部(302)と、ミラー(305)と、アクチュエータ(306)と、ミラー(305)のX軸に対してアクチュエータ(306)とは反対側に設けられた延長部(304)と、固定櫛歯電極(308)と、ミラー(305)のうちX軸に対してアクチュエータ(306)とは反対側に設けられた可動櫛歯電極(307)とを備えている。可動櫛歯電極(307)は、ヒンジ(373)を介してミラー(305)に連結されたビーム部(371)と、ビーム部(371)に設けられた電極指(372)とを有する。延長部(304)は、ヒンジ(341)を介してベース部(302)に連結されている。ミラー(305)は、ヒンジ(341)を通る主軸回りに傾動する。

明 細 書

発明の名称： 駆動装置

技術分野

[0001] ここに開示された技術は、駆動装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、様々な駆動装置が知られている。例えば、特許文献 1 に開示されたミラーデバイスは、ベース部と、ベース部に支持された移動部としてのミラーと、ミラーを駆動するアクチュエータとを備えている。このミラーデバイスにおいては、ミラーは、アクチュエータとは反対側の部分がヒンジを介してベース部に連結されており、アクチュエータを傾動させることによってミラーがヒンジを中心に傾動する。

[0003] また、傾動するミラーの傾動量を検出するために、櫛歯電極が設けられたミラーデバイスが知られている。例えば、特許文献 2 に開示されたミラーデバイスは、ミラーをアクチュエータによって所定の軸回りに傾動させ、そのときのミラーの変位を櫛歯電極によって検出している。櫛歯電極は、ミラーに連結された可動櫛歯電極と、フレームに設けられ、可動櫛歯電極と対向する固定櫛歯電極とを有している。これら可動櫛歯電極と固定櫛歯電極との間の静電容量の変化に基づいてミラーの変位が検出される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 3 - 8 8 7 0 3 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 3 - 1 6 0 9 5 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献 1 に示すようなミラーデバイスにおいて、ミラーの変位を検出するために特許文献 2 に示すような櫛歯電極を設けることが考えられる。その際に、特許文献 2 の可動櫛歯電極とは異なり、可動櫛歯電極を、

弾性変形する接続部を介してミラーに連結する構成も考え得る。例えば、ミラーの変位の一部を接続部で吸収することによって、可動櫛歯電極を所望の方向にだけ変位させることができる。

[0006] しかしながら、可動櫛歯電極を弾性変形する接続部を介してミラーに連結する構成においては、ミラーの変位が接続部に吸収されるため、ミラーの変位を静電容量の変化に基づいて適切に検出することが難しくなる場合がある。例えば、ミラーにおいて、アクチュエータとは反対側に可動櫛歯電極を配置し、該可動櫛歯電極を弾性変形する接続部を介してミラーに連結した場合、可動櫛歯電極がミラーの変位を静電容量の変化として精度良く検出することが難しくなる。詳しくは、ミラーは、アクチュエータと反対側の部分においてベース部に連結され、この連結された部分を中心に傾動する。そのため、ミラーのうちアクチュエータと反対側の部分は、ミラーが傾動する際に大きくは変位しない。つまり、ミラーのうちアクチュエータとは反対側の部分に可動櫛歯電極を弾性的に連結すると、ミラーが傾動しても、可動櫛歯電極があまり変位せず、静電容量の変動が小さくなってしまう。

[0007] ここに開示された技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、可動櫛歯電極を弾性変形する接続部を介して移動部に連結する構成において、移動部の変位を静電容量の変化に基づいて精度良く検出することにある。

課題を解決するための手段

[0008] ここに開示された技術は、駆動装置であって、ベース部と、移動部と、前記移動部のうち、該移動部の中心を通る直線に対して一方側に設けられ、該移動部を傾動させるアクチュエータと、前記移動部のうち、前記直線に対して前記アクチュエータとは反対側に設けられ、該移動部を前記ベース部に連結する延長部と、前記ベース部に設けられ、電極指を有する固定櫛歯電極と、前記移動部のうち、前記直線に対して前記アクチュエータとは反対側に設けられ、前記固定櫛歯電極と対向する可動櫛歯電極とを備え、前記可動櫛歯電極は、弾性変形する移動部側接続部を介して前記移動部に連結されたビー

ム部と、該ビーム部に設けられ、前記固定櫛歯電極の電極指と対向する電極指とを有し、前記延長部は、該延長部よりも剛性が低く、弾性変形する延長側接続部を介して前記ベース部に連結され、前記移動部は、前記ベース側接続部を通る主軸回りに傾動する。

[0009] この構成によれば、移動部の中心を通る直線に対して一方側にアクチュエータが設けられ、反対側に延長部が設けられている。そして、延長部は、弾性変形する延長側接続部を介してベース部に連結されている。アクチュエータが移動部を駆動すると、移動部は、ベース側接続部を通る主軸回りに傾動する。つまり、移動部のうちアクチュエータが設けられた側は変位が相対的に大きく、移動部のうち延長部が設けられた側は変位が相対的に小さい。

[0010] 可動櫛歯電極は、前記直線に対してアクチュエータと反対側、即ち、延長部と同じ側に設けられている。すなわち、可動櫛歯電極は、移動部のうち変位が相対的に小さい部分に設けられている。それに加えて、可動櫛歯電極のビーム部は、弾性変形する移動部側接続部を介して移動部に連結されているので、移動部が傾動する際に、移動部の変位は、一部が移動部側接続部に吸収されてビーム部に伝わる。このように、移動部が傾動する際の可動櫛歯電極の変位は、小さくなりやすい。

[0011] このような構成において、移動部に延長部を設け、弾性変形する延長側接続部を介して延長部をベース部に連結している。これにより、移動部を傾動時の主軸から離すことができ、傾動する際の移動部の変位を大きくすることができる。その結果、移動部のうち可動櫛歯電極が連結された部分の変位も大きくなり、移動部の変位の一部が移動部側接続部に吸収されるとしても、可動櫛歯電極の変位を大きくすることができる。これにより、移動部が傾動する際の可動櫛歯電極及び固定櫛歯電極の静電容量の変動幅が大きくなり、移動部の変位を静電容量の変化に基づいて精度良く検出することができる。

発明の効果

[0012] 前記駆動装置によれば、移動部の変位を静電容量の変化に基づいて精度良く検出することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、ミラーアレイの平面図である。

[図2]図2は、ミラーアレイの、図2のII-II線における断面図である。

[図3]図3は、ミラーが傾動する際の可動櫛歯電極の変位を説明する概略説明図であり、(A)はミラーデバイスであり、(B)は比較のためにミラーデバイスの一部を変更したものである。

[図4]図4は、その他の実施形態に係るミラーアレイの平面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、例示的な実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0015] 図1は、ミラーアレイ3000の平面図を、図2は、ミラーアレイ3000の、図1のII-II線における断面図を示す。

[0016] ミラーアレイ3000は、複数のミラーデバイス300、300、…が一列に配列されている。ミラーアレイ3000は、SOI (Silicon on Insulator) 基板301を用いて製造されている。SOI基板301は、単結晶シリコンで形成された第1シリコン層301aと、SiO₂で形成された酸化膜層301bと、単結晶シリコンで形成された第2シリコン層301cとがこの順で積層されて構成されている。

[0017] ミラーデバイス300は、ベース部302と、ベース部302に連結された2つのアクチュエータ306、306と、2つのアクチュエータ306、306に連結されたミラー305と、ミラー305をベース部302に連結する延長部304と、ミラー305に連結された2つの可動櫛歯電極307、307と、ベース部302に設けられ、可動櫛歯電極307、307と対向する2つの固定櫛歯電極308、308と、制御部310とを有している。尚、2つのアクチュエータ306、306を区別するときには、それぞれ第1アクチュエータ306A、第2アクチュエータ306Bと称する。ミラーデバイス300は、駆動装置の一例である。

[0018] ベース部302は、概略長方形の枠状に形成されている。ベース部302は、第1シリコン層301a、酸化膜層301b及び第2シリコン層301

cで形成されている。

[0019] ミラー305は、平面視方形状に形成されている。ミラー305は、ミラー本体351と、ミラー本体351の表面に積層された鏡面層352とを有している。ミラー本体351は、第1シリコン層301aで形成され、鏡面層352は、Au/Ti膜で形成されている。尚、ミラー本体351の裏面にも、鏡面層352と同様の鏡面層353が積層されている。鏡面層353は、ミラー本体351の表面において生じる、鏡面層352に起因する膜応力を相殺させる機能を有する。これにより、ミラー本体351、ひいては、鏡面層352の平面度を向上させることができる。ミラー305は、移動部の一例である。

[0020] ここで、非動作時のミラー305の中心Cを通り、ベース部302の表面(SOI基板301の表面)に沿って、ミラーデバイス300, 300, ...の配列方向に延びる軸をX軸とする。そして、非動作時のミラー305の中心CにおいてX軸に直交し、ベース部302の表面に沿って延びる軸をY軸とする。また、非動作時のミラー305の中心Cを通り、X軸及びY軸の両方に直交する軸をZ軸とする。すなわち、X軸は、全てのミラーデバイス300で共通であり、Y軸及びZ軸は、ミラーデバイス300ごとに規定される。

[0021] アクチュエータ306は、アクチュエータ本体364と、アクチュエータ本体364の表面に積層された圧電素子365とを有している。

[0022] アクチュエータ本体364は、平面視長方形の板状に形成されている。アクチュエータ本体364は、一端部がベース部302に連結され、Y軸方向に延びている。アクチュエータ本体364は、第1シリコン層301aで形成されている。ここで、～軸方向とは、～軸と平行な方向を意味する。

[0023] 圧電素子365は、アクチュエータ本体364の表側(ミラー305の鏡面層352と同じ側)に設けられている。図2に示すように、アクチュエータ本体364の表面にはSiO₂層369が積層されており、圧電素子365は、SiO₂層369上に積層されている。圧電素子365は、アクチュエー

タ本体 364 と同様に、平面視長方形の板状に形成されている。圧電素子 365 は、下部電極 366 と、上部電極 368 と、これらに挟持された圧電体層 367 とを有する。下部電極 366、圧電体層 367、上部電極 368 は、 SiO_2 層 369 上にこの順で積層されている。圧電素子 365 は、 SOI 基板 301 とは別の部材で形成されている。詳しくは、下部電極 366 は、 Pt/Ti 膜で形成されている。圧電体層 367 は、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) で形成されている。上部電極 368 は、 Au/Ti 膜で形成されている。

[0024] ベース部 302 には、第 1 アクチュエータ 306 A の上部電極 368 に電氣的に接続された第 1 上部端子 322 と、第 2 アクチュエータ 306 B の上部電極 368 に電氣的に接続された第 2 上部端子 323 と、アクチュエータ 306 A の下部電極 366 及び第 2 アクチュエータ 306 B の下部電極 366 の両方に電氣的に接続された下部端子 324 とが設けられている。つまり、第 1 上部端子 322 は、1 つの第 1 アクチュエータ 306 A につき 1 つ設けられている。第 2 上部端子 323 は、1 つの第 2 アクチュエータ 306 B につき 1 つ設けられている。下部端子 324 は、全ての下部電極 366 にとって共通の検出端子である。

[0025] 第 1 上部端子 322 と下部端子 324 を介して第 1 アクチュエータ 306 A の圧電素子 365 に電圧が印加される。第 2 上部端子 323 と下部端子 324 を介して第 2 アクチュエータ 306 B の圧電素子 365 に電圧が印加される。各アクチュエータ 306 は、圧電素子 365 に電圧が印加されると、アクチュエータ本体 364 のうち圧電素子 365 が積層された表面が伸縮し、アクチュエータ本体 364 の先端が Z 軸方向へ変位する。

[0026] アクチュエータ 306 の先端は、ヒンジ 303 を介してミラー 305 に連結されている。2 つのアクチュエータ 306、306 は、ミラー 305 のうち X 軸に平行な短辺 305 a に連結されている。第 1 アクチュエータ 306 A は、短辺 305 a の一端部に連結され、第 2 アクチュエータ 306 B は、短辺 305 a の他端部に連結されている。

[0027] ヒンジ303は、弾性的に変形可能に構成されている。具体的には、ヒンジ303は、複数の直線部と、隣り合う直線部の端部同士を連結する折り返し部とを有し、全体として蛇行した形状をしている。ヒンジ303は、直線部がX軸方向に延びる第1ヒンジ303aと、直線部がY軸方向に延びる第2ヒンジ303bとを有している。第1ヒンジ303aは、X軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすくなっている。一方、第2ヒンジ303bは、Y軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすくなっている。第1ヒンジ303aは、アクチュエータ306に連結され、第2ヒンジ303bは、ミラー305に連結されている。

[0028] 延長部304は、ミラー305のうち、ヒンジ303、303が連結された短辺305aと対向する短辺305bに設けられている。延長部304は、短辺305bの略中央からY軸方向に延びている。延長部304は、ミラー305に固定的に連結されている。詳しくは、延長部304は、ミラー本体351と同じ第1シリコン層301aで形成されている。

[0029] 延長部304は、ヒンジ341を介してベース部302に連結されている。ヒンジ341は、延長部304よりも剛性が低く、弾性的に変形可能に構成されている。具体的には、ヒンジ341は、複数の直線部と、隣り合う直線部の端部同士を連結する折り返し部とを有し、全体として蛇行した形状をしている。ヒンジ341は、直線部がX軸方向に延びる第1ヒンジ341aと、直線部がY軸方向に延びる第2ヒンジ341bとを有している。第1ヒンジ341aは、X軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすくなっている。一方、第2ヒンジ341bは、Y軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすくなっている。第1ヒンジ341aは、延長部304に連結され、第2ヒンジ341bは、ベース部302に連結されている。ヒンジ341は、延長側接続部の一例である。

[0030] また、ミラー305の短辺305bには、2つの可動櫛歯電極307、307が連結されている。可動櫛歯電極307は、Y軸方向に延びるビーム部371と、ビーム部371に設けられた3つの電極指372、372、…と

を有している。ビーム部 371 は、ミラー 305 において X 軸に対して延長部 304 と同じ側、即ち、アクチュエータ 306 と反対側に設けられている。ビーム部 371 は、延長部 304 に沿って Y 軸方向に延びている。ビーム部 371 の一端部は、ヒンジ 373 を介してミラー 305 に連結されている。一方の可動櫛歯電極 307 のビーム部 371 は、ミラー 305 の短辺 305b の一端部に連結され、他方の可動櫛歯電極 307 のビーム部 371 は、ミラー 305 の短辺 305b の他端部に連結されている。ビーム部 371 の他端部は、L 字状に屈曲し、2 つのヒンジ 374, 374 を介してベース部 302 に連結されている。こうして、2 本のビーム部 371, 371 とその間に挟まれた延長部 304 とが、ミラー 305 の短辺 305b から Y 軸方向へ平行に延びている。

[0031] 3 つの電極指 372, 372, …は、ビーム部 371 において延長部 304 とは反対側に設けられている。電極指 372, 372, …は、互いに平行に Y 軸方向に延び、櫛歯状に形成されている。尚、電極指 372 の個数は、3 つに限られるものではない。

[0032] ヒンジ 373 は、ヒンジ 303 と同様の構成をしている。すなわち、ヒンジ 373 は、弾性的に変形可能に構成されている。具体的には、ヒンジ 373 は、複数の直線部と、隣り合う直線部の端部同士を連結する折り返し部とを有し、全体として蛇行した形状をしている。ヒンジ 373 は、直線部が X 軸方向に延びる第 1 ヒンジ 373a と、直線部が Y 軸方向に延びる第 2 ヒンジ 373b とを有している。第 1 ヒンジ 373a は、X 軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすくなっている。一方、第 2 ヒンジ 373b は、Y 軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすくなっている。第 1 ヒンジ 373a は、ミラー 305 に連結され、第 2 ヒンジ 373b は、ビーム部 371 に連結されている。ヒンジ 373 は、ミラー側接続部の一例であり、第 1 ヒンジ 373a は、第 1 接続部の一例であり、第 2 ヒンジ 373b は、第 2 接続部の一例である。

[0033] ヒンジ 374 は、第 1 ヒンジ 373a と同様の構成をしている。すなわち、ヒンジ 374 は、弾性的に変形可能に構成されている。具体的には、ヒン

ジ 3 7 4 は、X 軸方向に延びる複数の直線部と、隣り合う直線部の端部同士を連結する折り返し部を有し、全体として蛇行した形状をしている。ヒンジ 3 7 4 は、X 軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすくなっている。2 つのヒンジ 3 7 4、3 7 4 は、X 軸方向に並んで配置されている。ヒンジ 3 7 4 は、ベース側接続部の一例である。

[0034] 尚、2 つの可動櫛歯電極 3 0 7、3 0 7 を区別するときには、ミラー 3 0 5 の短辺 3 0 5 b において第 1 アクチュエータ 3 0 6 A と対向する端部に連結された可動櫛歯電極 3 0 7 を第 1 可動櫛歯電極 3 0 7 A と称し、短辺 3 0 5 b において第 2 アクチュエータ 3 0 6 B と対向する端部に連結された可動櫛歯電極 3 0 7 を第 2 可動櫛歯電極 3 0 7 B と称する。

[0035] 固定櫛歯電極 3 0 8 は、Y 軸方向に延びるビーム部 3 8 1 と、ビーム部 3 8 1 に設けられた 4 つの電極指 3 8 2、3 8 2、…とを有している。ビーム部 3 8 1 は、ベース部 3 0 2 の内周縁から Y 軸方向に延びている。

[0036] 4 つの電極指 3 8 2、3 8 2、…は、互いに平行に Y 軸方向に延び、櫛歯状に形成されている。電極指 3 8 2、3 8 2、…の間に、可動櫛歯電極 3 0 7 の電極指 3 7 2、3 7 2、…が入り込んでいる。つまり、可動櫛歯電極 3 0 7 の電極指 3 7 2、3 7 2、…と固定櫛歯電極 3 0 8 の電極指 3 8 2、3 8 2、…とは、X 軸方向において交互に配列され、互いに接触しない状態に対向している。尚、電極指 3 8 2 の個数は、4 つに限られるものではない。

[0037] 尚、2 つの固定櫛歯電極 3 0 8、3 0 8 を区別するときには、第 1 可動櫛歯電極 3 0 7 A に対応する固定櫛歯電極 3 0 8 を第 1 固定櫛歯電極 3 0 8 A と称し、第 2 可動櫛歯電極 3 0 7 B に対応する固定櫛歯電極 3 0 8 を第 2 固定櫛歯電極 3 0 8 B と称する。

[0038] ベース部 3 0 2 には、可動櫛歯電極 3 0 7 と固定櫛歯電極 3 0 8 との静電容量を検出するための検出端子が設けられている。詳しくは、ベース部 3 0 2 には、可動櫛歯電極 3 0 7 と電氣的に接続された可動端子 3 2 5 と、第 1 固定櫛歯電極 3 0 8 A に電氣的に接続された第 1 固定端子 3 2 6 と、第 2 固定櫛歯電極 3 0 8 B に電氣的に接続された第 2 固定端子 3 2 7 とが設けられ

ている。つまり、可動端子 325 は、全ての可動櫛歯電極 307 にとって共通の検出端子である。第 1 固定端子 326 は、1 つの第 1 固定櫛歯電極 308 A につき 1 つ設けられている。第 2 固定端子 327 は、1 つの第 2 固定櫛歯電極 308 B につき 1 つ設けられている。

[0039] 可動端子 325 は、ベース部 302 の第 1 シリコン層 301 a のうち全ての可動櫛歯電極 307、307、…と電氣的に導通している部分の表面に設けられている。第 1 固定端子 326 は、ベース部 302 の第 1 シリコン層 301 a のうち各第 1 固定櫛歯電極 308 A と電氣的に導通している部分の表面に設けられている。第 2 固定端子 327 は、ベース部 302 の第 1 シリコン層 301 a のうち各第 2 固定櫛歯電極 308 B と電氣的に導通している部分の表面に設けられている。第 1 シリコン層 301 a のうち、第 1 固定端子 326 及び第 2 固定端子 327 が設けられた部分はそれぞれ、第 1 シリコン層 301 a のその他の部分と絶縁されている。

[0040] このように構成されたミラーアレイ 1 は、SOI 基板 301 をエッチングしたり、その表面に成膜することにより製造される。例えば、SOI 基板 301 の表面に SiO_2 層 369 を成膜し、 SiO_2 層 369 の上に、Pt/Ti 膜（下部電極 366）、チタン酸ジルコン酸鉛（圧電体層 367）及び Au/Ti 膜（上部電極 368）を順に成膜して、フォトリソグラフィ及びエッチングにより圧電素子 365 を形成する。次に、第 1 シリコン層 301 a を ICP-RIE 等の異方性エッチングを行うことによりミラー本体 351 及びアクチュエータ本体 364 等を形成する。続いて、ミラー本体 351 の表面に Au/Ti 膜を成膜して、鏡面層 352 を形成する。その後、圧電素子 365 に所定の電圧を印加して分極処理を施す。

[0041] —ミラーデバイスの動作—

次に、このように構成されたミラーデバイス 300 の動作について説明する。

[0042] 制御部 310 は、所望のミラーデバイス 300 に駆動電圧を印加して、ミラー 305 の傾動を制御する。制御部 310 が第 1 上部端子 322 と下部端

子 3 2 4 とに駆動電圧を印加すると、駆動電圧に応じて第 1 アクチュエータ 3 0 6 A の圧電素子 3 6 5 が収縮する。第 1 アクチュエータ 3 0 6 A は、基端部がベース部 3 0 2 に連結されているので、第 1 アクチュエータ 3 0 6 A は、その基端部を通り且つ X 軸に平行な軸 C 3 回りに傾動する。それと共に、制御部 3 1 0 が第 2 上部端子 3 2 3 と下部端子 3 2 4 とに駆動電圧を印加すると、駆動電圧に応じて第 2 アクチュエータ 3 0 6 B の圧電素子 3 6 5 が収縮する。第 2 アクチュエータ 3 0 6 B も、第 1 アクチュエータ 3 0 6 A と同様に、基端部がベース部 3 0 2 に連結されているので、第 1 アクチュエータ 3 0 6 A は、その基端部を通り且つ X 軸に平行な軸 C 3 回りに傾動する。制御部 3 1 0 は、第 1 アクチュエータ 3 0 6 A の駆動電圧と第 2 アクチュエータ 3 0 6 B の駆動電圧とを独立に出力している。つまり、制御部 3 1 0 は、第 1 アクチュエータ 3 0 6 A の傾動量と第 2 アクチュエータ 3 0 6 B の傾動量とを独立に制御している。

[0043] 第 1 アクチュエータ 3 0 6 A が傾動すると、それに応じて、第 1 アクチュエータ 3 0 6 A の先端部が変位し、ミラー 3 0 5 のうちヒンジ 3 0 3 A が連結された部分が変位する。同様に、第 2 アクチュエータ 3 0 6 B が傾動すると、それに応じて、第 2 アクチュエータ 3 0 6 B の先端部が変位し、ミラー 3 0 5 のうちヒンジ 3 0 3 B が連結された部分が変位する。尚、アクチュエータ 3 0 6 の傾動量は微小なので、アクチュエータ 3 0 6 の先端部の変位は、Z 軸方向への変位とみなすことができる。

[0044] ミラー 3 0 5 は延長部 3 0 4 及びヒンジ 3 4 1 を介してベース部 3 0 2 に連結されているので、ミラー 3 0 5 は、ヒンジ 3 4 1 を支点として全体的に傾動する。詳しくは、ミラー 3 0 5 は、ヒンジ 3 4 1 を通り且つ X 軸に平行な主軸 C 1 回りに傾動すると共に、ヒンジ 3 4 1 及びミラー 3 0 5 の中心 C を通る副軸 C 2 回りに傾動する。副軸 C 2 は、ミラー 3 0 5 の非動作時には Y 軸と一致している。

[0045] ここで、第 1 アクチュエータ 3 0 6 A の傾動量と第 2 アクチュエータ 3 0 6 B の傾動量とが同じであれば、ミラー 3 0 5 の短辺 3 0 5 a のうちヒンジ

３０３Ａが連結された部分とヒンジ３０３Ｂが連結された部分のＺ軸方向への変位量は同じになる。その結果、ミラー３０５は、主軸Ｃ１回りに傾動することになる。

[0046] 一方、第１アクチュエータ３０６Ａの傾動量と第２アクチュエータ３０６Ｂの傾動量とが異なれば、ミラー３０５の短辺３０５ａのうちヒンジ３０３Ａが連結された部分とヒンジ３０３Ｂが連結された部分のＺ軸方向への変位量は異なるようになる。その結果、ミラー３０５は、副軸Ｃ２回りに傾動することになる。

[0047] こうして、制御部３１０は、第１アクチュエータ３０６Ａの傾動量と第２アクチュエータ３０６Ｂの傾動量とを調整することによって、ミラー３０５の主軸Ｃ１回りの傾動とミラー３０５の副軸Ｃ２回りの傾動とを組み合わせ、ミラー３０５を任意の方向へ傾動させる。

[0048] 制御部３１０は、ミラー３０５を傾動させる際に、可動櫛歯電極３０７と固定櫛歯電極３０８との間の静電容量に基づいてミラー３０５の傾動量を検出している。

[0049] 詳しくは、アクチュエータ３０６を作動させてミラー３０５が傾動すると、それに伴って可動櫛歯電極３０７も傾動する。ここで、可動櫛歯電極３０７のビーム部３７１の一端部は、ヒンジ３７３を介してミラー３０５に連結され、ビーム部３７１の他端部は、２つのヒンジ３７４、３７４を介してベース部３０２に連結されている。そのため、ミラー３０５が傾動すると、ビーム部３７１は、ヒンジ３７３が連結された部分がミラー３０５の変位に従って変位し、全体的に２つのヒンジ３７４、３７４を支点として傾動軸Ｃ４回りに傾動する。その結果、可動櫛歯電極３０７の電極指３７２、３７２、…と固定櫛歯電極３０８の電極指３８２、３８２、…との対向している部分の面積が変化し、可動櫛歯電極３０７及び固定櫛歯電極３０８の静電容量が変化する。

[0050] 第１可動櫛歯電極３０７Ａは、ヒンジ３７３を介してミラー３０５の短辺３０５ｂの一端部に連結されているので、第１可動櫛歯電極３０７Ａと第１

固定櫛歯電極 308A との間の静電容量に基づいて、短辺 305b の一端部の Z 軸方向への変位を検出することができる。一方、第 2 可動櫛歯電極 307B は、ヒンジ 373 を介して短辺 305b の他端部に連結されているので、第 2 可動櫛歯電極 307B と第 2 固定櫛歯電極 308B との間の静電容量に基づいて、短辺 305b の他端部の Z 軸方向への変位を検出することができる。

[0051] 制御部 310 は、第 1 可動櫛歯電極 307A 及び第 1 固定櫛歯電極 308A の静電容量を可動端子 325 と第 1 固定端子 326 とを介して検出している。また、制御部 310 は、第 2 可動櫛歯電極 307B 及び第 2 固定櫛歯電極 308B の静電容量を可動端子 325 と第 2 固定端子 327 とを介して検出している。制御部 310 は、第 1 アクチュエータ 306A への印加電圧及び第 2 アクチュエータ 306B への印加電圧を第 1 可動櫛歯電極 307A と第 1 固定櫛歯電極 308A の静電容量、及び第 2 可動櫛歯電極 307B と第 2 固定櫛歯電極 308B の静電容量に基づいて調整し、ミラー 305 の傾動量を制御する。

[0052] ここで、ミラー 305 は、2 軸回りに傾動するため、ミラー 305 の短辺 305b の両端部は、主軸 C1 回りだけでなく、副軸 C2 回りにも傾動する。それに対し、可動櫛歯電極 307 は、ビーム部 371 の一端部が弾性変形するヒンジ 373 を介してミラー 305 の短辺 305b の端部に連結されているので、ミラー 305 の変位は、その一部がヒンジ 373 に吸収されて、可動櫛歯電極 307 に伝達される。そのため、短辺 305b の端部の変位のうち、より支配的な Z 軸方向への変位が可動櫛歯電極 307 に主に伝達され、副軸 C2 回りの変位は可動櫛歯電極 307 へほとんど伝達されない。その結果、可動櫛歯電極 307 の Y 軸回りの傾動が抑制され、可動櫛歯電極 307 は、ビーム部 371 のうちヒンジ 373 が連結された部分が実質的に Z 軸方向にのみ変位するように傾動する。

[0053] これにより、可動櫛歯電極 307 と固定櫛歯電極 308 との間の静電容量を精度良く検出することができる。詳しくは、可動櫛歯電極 307 の電極指

372, 372, ...と固定櫛歯電極308の電極指382, 382, ...とは、X軸方向において交互に配列され、互いに接触しない状態で対向している。この状態から、可動櫛歯電極307が傾動軸C4回りに傾動、即ち、YZ平面内で変位することによって、電極指372, 372, ...と電極指382, 382, ...との対向する面積が変化し、その結果、可動櫛歯電極307と固定櫛歯電極308との間の静電容量が変化する。しかし、可動櫛歯電極307が傾動軸C4の方向に変位したり、Y軸と平行な軸回りに傾動したりすると、電極指372, 372, ...と電極指382, 382, ...との隙間が変化し、傾動軸C4回りの可動櫛歯電極307の傾動以外の理由で静電容量が変化してしまう。さらには、電極指372, 372, ...と電極指382, 382, ...とが接触してしまうと、静電容量を検出できなくなってしまう。それに対し、可動櫛歯電極307を実質的にZ軸方向にのみ変位するように傾動させることによって、電極指372, 372, ...と電極指382, 382, ...との隙間の大きさを維持したまま、両者が対向する面積を変化させることができる。これにより、傾動軸C4回りの可動櫛歯電極307の傾動に起因する可動櫛歯電極307と固定櫛歯電極308との間の静電容量の変化を精度良く検出することができる。

[0054] また、可動櫛歯電極307のビーム部371の他端部は、傾動軸C4の方向に並ぶ、少なくとも2箇所においてベース部302に連結されている。具体的には、傾動軸C4の方向に並ぶ2つのヒンジ374, 374を介して、ビーム部371がベース部302に連結されている。これにより、ビーム部371は、傾動軸C4回りに相対的に傾動しやすく、傾動軸C4以外の軸回りに相対的に傾動しにくくなっている。

[0055] さらに、ヒンジ374の直線部はX軸方向（即ち、傾動軸C4方向）に延びているので、ヒンジ374は、傾動軸C4に直交する軸回りに比べて該傾動軸C4と平行な軸回りに湾曲しやすい形状をしている。このことによって、ビーム部371は、傾動軸C4回りに相対的に傾動しやすく、傾動軸C4以外の軸回りに相対的に傾動しにくくなっている。

- [0056] それに加えて、ビーム部 371 とミラー 305 とを連結するヒンジ 373 は、Y 軸と平行な軸回りにも傾動しやすく構成されている。そのため、ヒンジ 373 は、ミラー 305 の変位をビーム部 371 に伝える際に、Y 軸と平行な軸回りの傾動を吸収することができる。その結果、ミラー 305 が副軸 C2 回りに傾動したとしても、可動櫛歯電極 307 を実質的に、傾動軸 C4 回りにのみ傾動させることができる。
- [0057] これらによって、可動櫛歯電極 307 を実質的に、傾動軸 C4 回りにのみ傾動させることができ、傾動軸 C4 回りの可動櫛歯電極 307 の傾動に起因する可動櫛歯電極 307 と固定櫛歯電極 308 との間の静電容量の変化を精度良く検出することができる。
- [0058] このように、可動櫛歯電極 307 がミラー 305 にヒンジ 373 を介して連結される構成においては、ミラー 305 の変位がヒンジ 373 に吸収され過ぎると、ミラー 305 の変位を静電容量の変化に基づいて適切に検出することが難しくなる。それに対し、ミラー 305 からベース部 302 に向かって延長部 304 を延ばし、延長部 304 のベース部 302 側の端部をヒンジ 341 を介してベース部 302 に連結している。これにより、ミラー 305 の傾動を可動櫛歯電極 307 及び固定櫛歯電極 308 の静電容量の変化に基づいて精度良く検出することができる。この点について、図 3 を参照しながら説明する。図 3 は、ミラー 305 が傾動する際の可動櫛歯電極 307 の変位を説明する概略説明図であり、(A) はミラーデバイス 300 であり、(B) は比較のためにミラーデバイス 300 の一部を変更したものである。
- [0059] 図 3 (B) に示すミラーデバイス 300' は、延長部 304' がベース部 302 に固定的に連結され、延長部 304' のミラー 305 側の端部がヒンジ 341' を介してミラー 305 に連結されている。この構成においては、ミラー 305 は、ヒンジ 341' 付近の傾動軸を中心に傾動する。そのため、ミラー 305 が傾動する際に、延長部 304' がベース部 302 の表面と平行なまま変位しないので、短辺 305b は、Z 軸方向に少ししか変位しない。そのため、可動櫛歯電極 307 も少ししか傾動しない。その結果、ミラ

ー 305 が傾動しても、可動櫛歯電極 307 及び固定櫛歯電極 308 の静電容量の大きな変化が得られず、ミラー 305 の傾動を静電容量の変化に基づいて適切に検出することが難しくなる。

[0060] それに対し、図 3 (A) に示すように、延長部 304 は、ミラー 305 に固定的に連結され、ベース部 302 側の端部がヒンジ 341 を介してベース部 302 に連結されている。この構成においては、ミラー 305 は、ヒンジ 341 を通る主軸 C1 回りに傾動することになる。短辺 305b は、図 3 (B) の場合と比べてミラー 305 の傾動軸から離れることになるので、ミラー 305 が傾動する際に、短辺 305b の Z 軸方向の変位が図 3 (B) の構成と比較して大きくなる。これにより、ミラー 305 が傾動する際の可動櫛歯電極 307 の傾動も大きくなる。その結果、ミラー 305 が傾動する際に、可動櫛歯電極 307 及び固定櫛歯電極 308 の静電容量の変化が大きくなり、ミラー 305 の傾動を静電容量の変化に基づいて精度良く検出することができる。

[0061] このように、可動櫛歯電極 307 の、傾動軸 C4 回り以外の変位を低減しつつ、可動櫛歯電極 307 の、傾動軸 C4 回りの変位を大きくすることができる。その結果、可動櫛歯電極 307 と固定櫛歯電極 308 との接触を防止しつつ、可動櫛歯電極 307 及び固定櫛歯電極 308 の静電容量の変動幅を大きくでき、ミラー 305 の傾動を精度良く検出することができる。

[0062] また、ミラーアレイ 3000 のように、複数のミラーデバイス 300, 300, ... を所定の配列方向（この例では X 軸方向）に配列する構成においては、各ミラーデバイス 300 の配列方向への寸法を小型化する必要がある。そのような場合には、ミラー 305 に連結されるアクチュエータ 306 及び可動櫛歯電極 307 を、ミラー 305 に対し、配列方向と直交する方向（この例では Y 軸方向）に配置することが好ましい。ミラーデバイス 300 では、ミラー 305 に対して、配列方向と直交する方向における一方側にアクチュエータ 306 を配置し、他方側に可動櫛歯電極 307 を配置している。これにより、ミラーデバイス 300 の配列方向への寸法を小型にすることがで

きると共に、ミラー３０５の、配列方向と直交する方向におけるスペースを有効に活用することができる。

[0063] そして、このような構成において、延長部３０４を、ミラー３０５から可動櫛歯電極３０７と同じ側に延ばし、ヒンジ３４１を介してベース部３０２に連結することによって、前述のように、可動櫛歯電極３０７と固定櫛歯電極３０８との接触の防止と、ミラー３０５の傾動の高精度の検出とを実現することができる。

[0064] 以上のように、ミラーデバイス３００は、ベース部３０２と、ミラー３０５と、前記ミラー３０５のうち、該ミラー３０５の中心を通る直線（即ち、 X 軸）に対して一方側に設けられ、該ミラー３０５を傾動させるアクチュエータ３０６と、前記ミラー３０５のうち、 X 軸に対して前記アクチュエータ３０６とは反対側に設けられ、該ミラー３０５を前記ベース部３０２に連結する延長部３０４と、前記ベース部３０２に設けられ、電極指３８２，３８２，…を有する固定櫛歯電極３０８と、前記ミラー３０５のうち、 X 軸に対して前記アクチュエータ３０６とは反対側に設けられ、前記固定櫛歯電極３０８と対向する可動櫛歯電極３０７とを備え、前記可動櫛歯電極３０７は、弾性変形するヒンジ３７３を介して前記ミラー３０５に連結されたビーム部３７１と、該ビーム部３７１に設けられ、前記固定櫛歯電極３０８の電極指３８２，３８２，…と対向する電極指３７２，３７２，…とを有し、前記延長部３０４は、該延長部３０４よりも剛性が低く、弾性変形するヒンジ３４１を介して前記ベース部３０２に連結され、前記ミラー３０５は、前記ヒンジ３４１を通る主軸Ｃ１回りに傾動する。

[0065] この構成によれば、ミラー３０５の中心Ｃを通る X 軸に対して一方側にアクチュエータ３０６が設けられ、反対側に延長部３０４が設けられている。そして、延長部３０４は、弾性変形するヒンジ３４１を介してベース部３０２に連結されている。そのため、アクチュエータ３０６がミラー３０５を駆動すると、ミラー３０５は、ヒンジ３４１を通る主軸Ｃ１回りに傾動する。ここで、可動櫛歯電極３０７は、 X 軸に対してアクチュエータ３０６と反対

側、即ち、延長部 304 と同じ側に設けられている。可動櫛歯電極 307 のビーム部 371 は、弾性変形するヒンジ 373 を介してミラー 305 に連結されているので、ミラー 305 が傾動する際に、ミラー 305 の変位は、一部がヒンジ 373 に吸収されてビーム部 371 に伝わる。

[0066] このような構成において、ミラー 305 に延長部 304 を設け、延長部 304 を弾性変形するヒンジ 341 を介してベース部 302 に連結することによって、ミラー 305 を主軸 C1 から離すことができる。それにより、傾動する際のミラー 305 の変位が大きくなる。そのため、ミラー 305 の変位の一部がヒンジ 373 に吸収されたとしても、可動櫛歯電極 307 の変位を大きくすることができる。その結果、ミラー 305 が傾動する際の可動櫛歯電極 307 及び固定櫛歯電極 308 の静電容量の変動幅を大きくすることができ、ミラー 305 の変位を静電容量の変化に基づいて精度良く検出することができる。

[0067] また、前記延長部 304 は、前記ミラー 305 から前記ビーム部 371 に沿って延びている。

[0068] この構成によれば、Y 軸方向においてミラー 305 の片側に延長部 304 及び可動櫛歯電極をコンパクトに配置することができる。

[0069] また、前記ビーム部 371 は、前記主軸 C1 に直交する軸回りに比べて該主軸 C1 と平行な軸回りに傾動しやすい状態で前記ベース部 302 に連結されている。

[0070] この構成によれば、ミラー 305 の Y 軸回りの傾動をヒンジ 373 によって吸収することに加えて、ビーム部 371 のベース部 302 への支持構造が、主軸 C1 と平行な軸以外の軸回りに傾動しにくい構成となっている。これにより、可動櫛歯電極 307 の Y 軸回りの傾動を抑制し、可動櫛歯電極 307 を実質的に Z 軸方向にのみ変位するように傾動させることができる。その結果、X 軸に平行な軸回りの可動櫛歯電極 307 の傾動に起因する可動櫛歯電極 307 と固定櫛歯電極 308 との間の静電容量の変化を精度良く検出することができる。

[0071] 具体的には、前記ビーム部 371 は、弾性変形するヒンジ 374 を介して前記ベース部 302 に連結されており、前記ヒンジ 374 は、前記主軸 C1 に直交する軸回りに比べて該主軸 C1 と平行な軸回りに湾曲しやすいように構成されている。より詳しくは、ヒンジ 374 は、X 軸方向に延びる複数の直線部と、隣り合う直線部の端部同士を連結する折り返し部を有し、全体として蛇行した形状をしている。

[0072] これにより、ビーム部 371 の Y 軸回りの傾動を抑制することができる。

[0073] また、前記ビーム部 371 は、弾性変形する複数のヒンジ 374, 374 を介して前記ベース部 302 に連結されており、前記複数のヒンジ 374, 374 は、前記主軸の方向に並列されている。

[0074] このように、ビーム部 371 を、主軸の方向に並列された複数のヒンジ 374, 374 によってベース部 302 に連結することによって、ビーム部 371 の Y 軸回りの傾動が抑制される。

[0075] さらに、前記ヒンジ 373 は、前記主軸に直交する軸回りに比べて該主軸と平行な軸回りに湾曲しやすい第 1 ヒンジ 373a と、前記主軸と平行な軸回りに比べて該主軸に直交する軸回りに湾曲しやすい第 2 ヒンジ 373b とを有している。

[0076] この構成によれば、ヒンジ 373 は、少なくとも第 2 ヒンジ 373b を有するので、ミラー 305 の Y 軸回りの傾動を吸収し、可動歯輪電極 307 に伝わる該傾動を抑制することができる。

[0077] 《その他の実施形態》

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、前記実施形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。また、上記実施形態で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施の形態とすることも可能である。また、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得

る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

[0078] 前記実施形態について、以下のような構成としてもよい。

[0079] 前記実施形態では、ミラーアレイについて説明したが、ミラーデバイスを1つだけ有する場合にも前記構成を採用することができる。

[0080] また、前記実施形態における形状、寸法、材質は、例示に過ぎず、これらに限られるものではない。例えば、ミラー305は、平面視方形でなくてもよく、平面視円形であっても、方形以外の多角形であってもよい。

[0081] また、各ヒンジの構成も、前記実施形態に係る構成に限られるものではない。例えば、各ヒンジは、連結される部材よりも剛性が低く、弾性変形する構成であれば、任意の構成を採用することができる。ヒンジ341は、第1ヒンジ341a及び第2ヒンジ341bの何れか一方だけであってもよい。ヒンジ373は、第1ヒンジ373a及び第2ヒンジ373bの何れか一方だけであってもよい。ヒンジ374は、2つではなく、1つ又は3つ以上であってよい。また、ヒンジ374は、ヒンジ341、373のように、X軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすいヒンジと、Y軸方向に延びる軸回りに湾曲しやすいヒンジとを有する構成であってもよい。

[0082] アクチュエータ306は、前記の構成に限られるものではない。また、アクチュエータ306は、圧電素子365を有しているがこれに限られるものではない。例えば、静電引力を用いてミラーを駆動するアクチュエータであってもよい。さらに、圧電素子365は、圧電体層として、PZTの代わりに非鉛圧電材料であるKNN ($(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$) 等を用いてもよい。さらに、ミラーデバイス300においては、アクチュエータは1つだけであってもよい。

[0083] また、アクチュエータ306は、ミラー305の短辺305a以外の部分に連結されていてもよい。同様に、延長部304及び可動歯歯電極307は、ミラー305の短辺305b以外の部分に連結されていてもよい。すなわ

ち、ミラー３０５の中心Ｃを通る直線に対して一方側にアクチュエータ３０６が設けられ、他方側に延長部３０４及び可動櫛歯電極３０７が設けられていればよい。また、前記実施形態では、ミラー３０５のＸ軸方向には、アクチュエータ３０６や延長部３０４及び可動櫛歯電極３０７が配置されていないが、ミラー３０５のＸ軸方向のスペースにアクチュエータ３０６や延長部３０４及び可動櫛歯電極３０７の一部が配置されていてもよい。

[0084] 前記可動櫛歯電極３０７及び固定櫛歯電極３０８の構成は、一例であって、それ以外の構成であってもよい。例えば、可動櫛歯電極３０７は、ミラー３０５の長辺からＹ軸方向に延びるビーム部に設けられていてもよい。可動櫛歯電極３０７は、その位置や電極指の延びる方向は、任意に設定することができる。例えば、可動櫛歯電極３０７の電極指３７２，３７２，…及び固定櫛歯電極３０８の電極指３８２，３８２，…は、Ｙ軸方向以外、例えば、Ｘ軸方向に延びていてもよい。

[0085] また、ミラーデバイス３００において、ミラー３０５は、延長部３０４を介してベース部３０２に連結されているが、これに限られるものではない。例えば、図４に示すように、延長部３０４及びヒンジ３４１が省略されてもよい。その場合、ミラー３０５は、可動櫛歯電極３０７，３０７を介してベース部３０２に連結されていることになる。延長部３０４及びヒンジ３４１を省略し、可動櫛歯電極３０７を利用してミラー３０５をベース部３０２に連結することによって、ミラーデバイス３００の配列方向の寸法を小型化することができる。

[0086] また、ミラーデバイス３００は、駆動装置の一例である。駆動装置は、ミラーを駆動するものに限られない。例えば、駆動装置は、移動部としてのブレード又はプレートをアクチュエータで駆動するシャッタ装置であってもよい。

[0087] 尚、以上の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

産業上の利用可能性

[0088] 以上説明したように、ここに開示された技術は、駆動装置について有用である。

符号の説明

[0089]	3 0 0 0	ミラーアレイ
	3 0 0	ミラーデバイス（駆動装置）
	3 0 2	ベース部
	3 0 4	延長部
	3 4 1	ヒンジ（延長側接続部）
	3 0 5	ミラー（移動部）
	3 0 6	アクチュエータ
	3 0 7	可動櫛歯電極
	3 7 1	ビーム部
	3 7 2	電極指
	3 7 3	ヒンジ（移動部側接続部）
	3 7 3 a	第1 ヒンジ（第1 接続部）
	3 7 3 b	第2 ヒンジ（第2 接続部）
	3 7 4	ヒンジ（ベース側接続部）
	3 0 8	固定櫛歯電極
	3 8 2	電極指

請求の範囲

[請求項1]

ベース部と、
移動部と、
前記移動部のうち、該移動部の中心を通る直線に対して一方側に設けられ、該移動部を傾動させるアクチュエータと、
前記移動部のうち、前記直線に対して前記アクチュエータとは反対側に設けられ、該移動部を前記ベース部に連結する延長部と、
前記ベース部に設けられ、電極指を有する固定櫛歯電極と、
前記移動部のうち、前記直線に対して前記アクチュエータとは反対側に設けられ、前記固定櫛歯電極と対向する可動櫛歯電極とを備え、
前記可動櫛歯電極は、弾性変形する移動部側接続部を介して前記移動部に連結されたビーム部と、該ビーム部に設けられ、前記固定櫛歯電極の電極指と対向する電極指とを有し、
前記延長部は、該延長部よりも剛性が低く、弾性変形する延長側接続部を介して前記ベース部に連結され、
前記移動部は、前記延長側接続部を通る主軸回りに傾動する駆動装置。

[請求項2]

請求項1に記載の駆動装置において、
前記延長部は、前記移動部から前記ビーム部に沿って延びている駆動装置。

[請求項3]

請求項1に記載の駆動装置において、
前記ビーム部は、前記主軸に直交する軸回りに比べて該主軸と平行な軸回りに傾動しやすい状態で前記ベース部に連結されている駆動装置。

[請求項4]

請求項3に記載の駆動装置において、
前記ビーム部は、弾性変形するベース側接続部を介して前記ベース部に連結されており、
前記ベース側接続部は、前記主軸に直交する軸回りに比べて該主軸

と平行な軸回りに湾曲しやすいように構成されている駆動装置。

[請求項5]

請求項3に記載の駆動装置において、

前記ビーム部は、弾性変形する複数のベース側接続部を介して前記ベース部に連結されており、

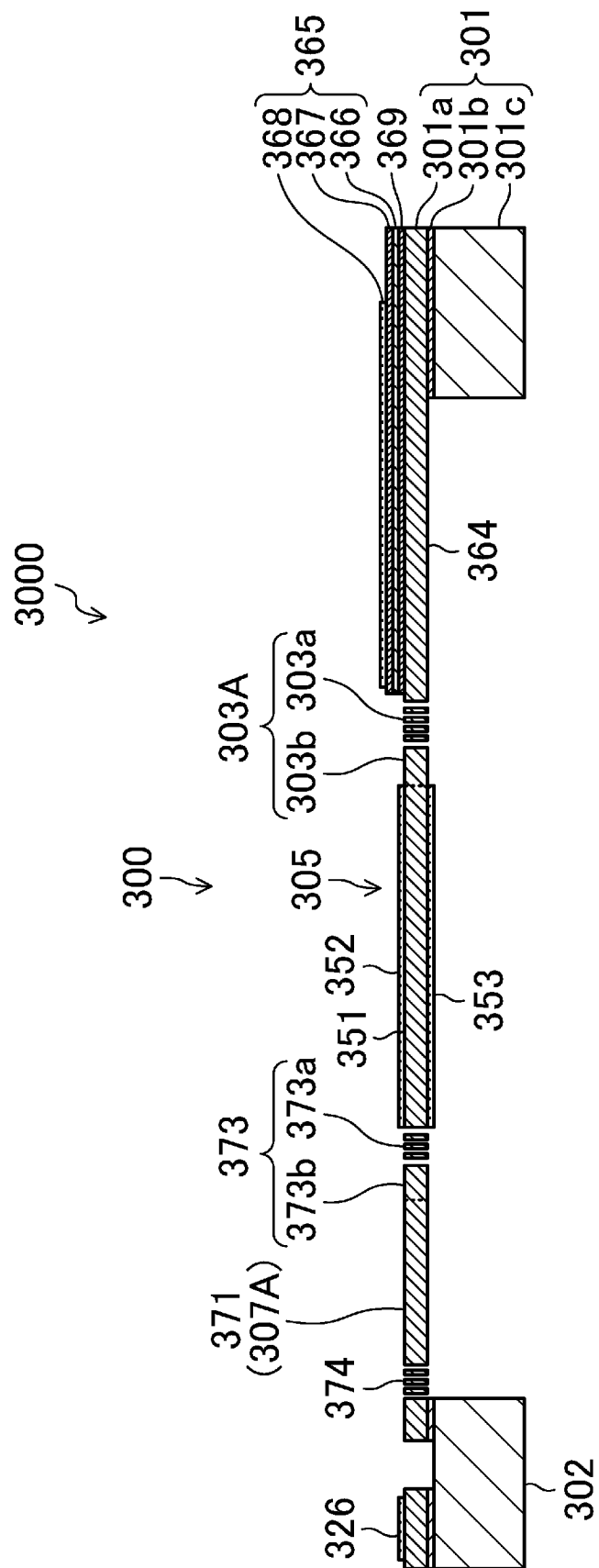
前記複数のベース側接続部は、前記主軸の方向に並列されている駆動装置。

[請求項6]

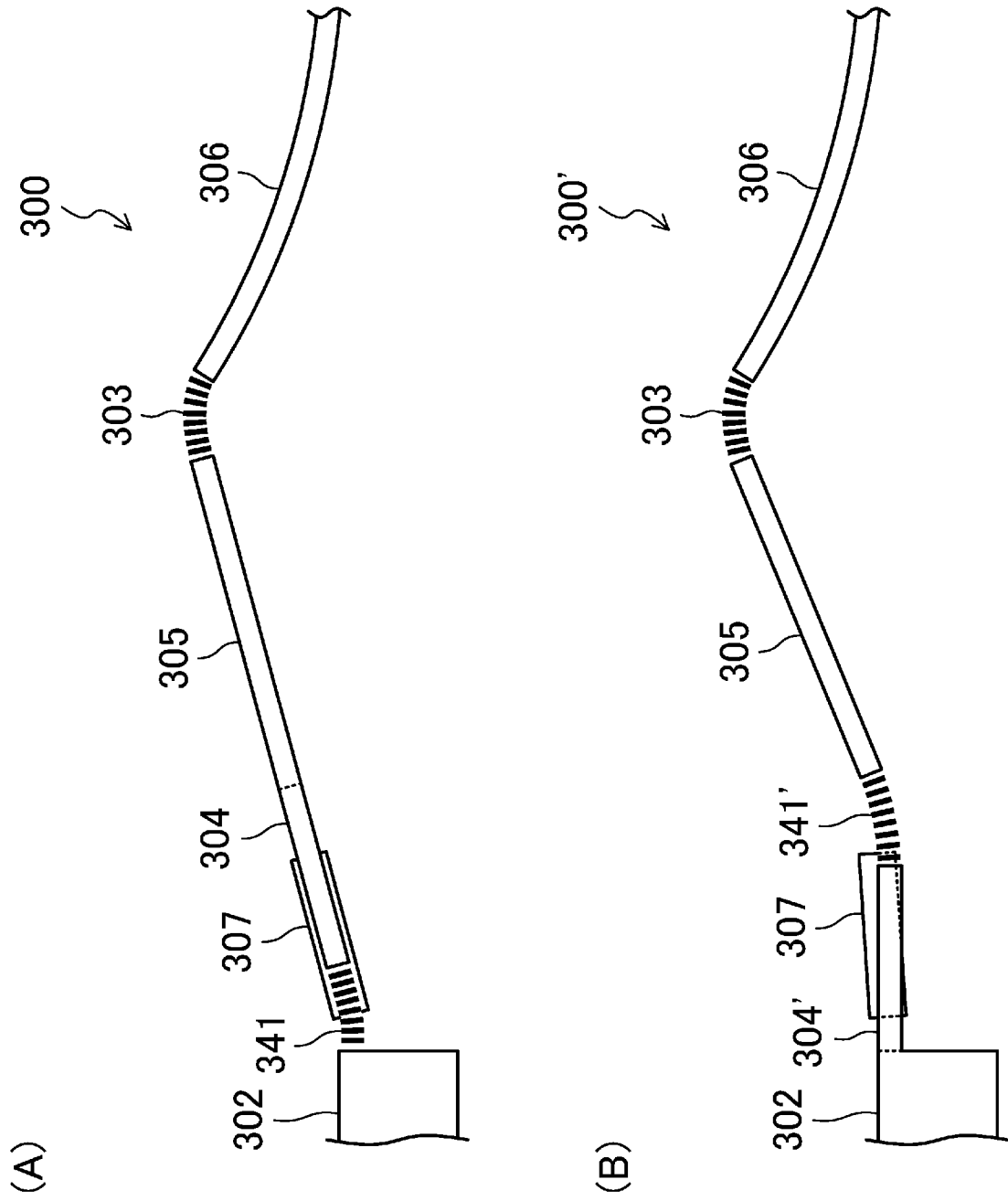
請求項1乃至5の何れか1つに記載の駆動装置において、

前記移動部側接続部は、前記主軸に直交する軸回りに比べて該主軸と平行な軸回りに湾曲しやすい第1接続部と、前記主軸と平行な軸回りに比べて該主軸に直交する軸回りに湾曲しやすい第2接続部とを有している駆動装置。

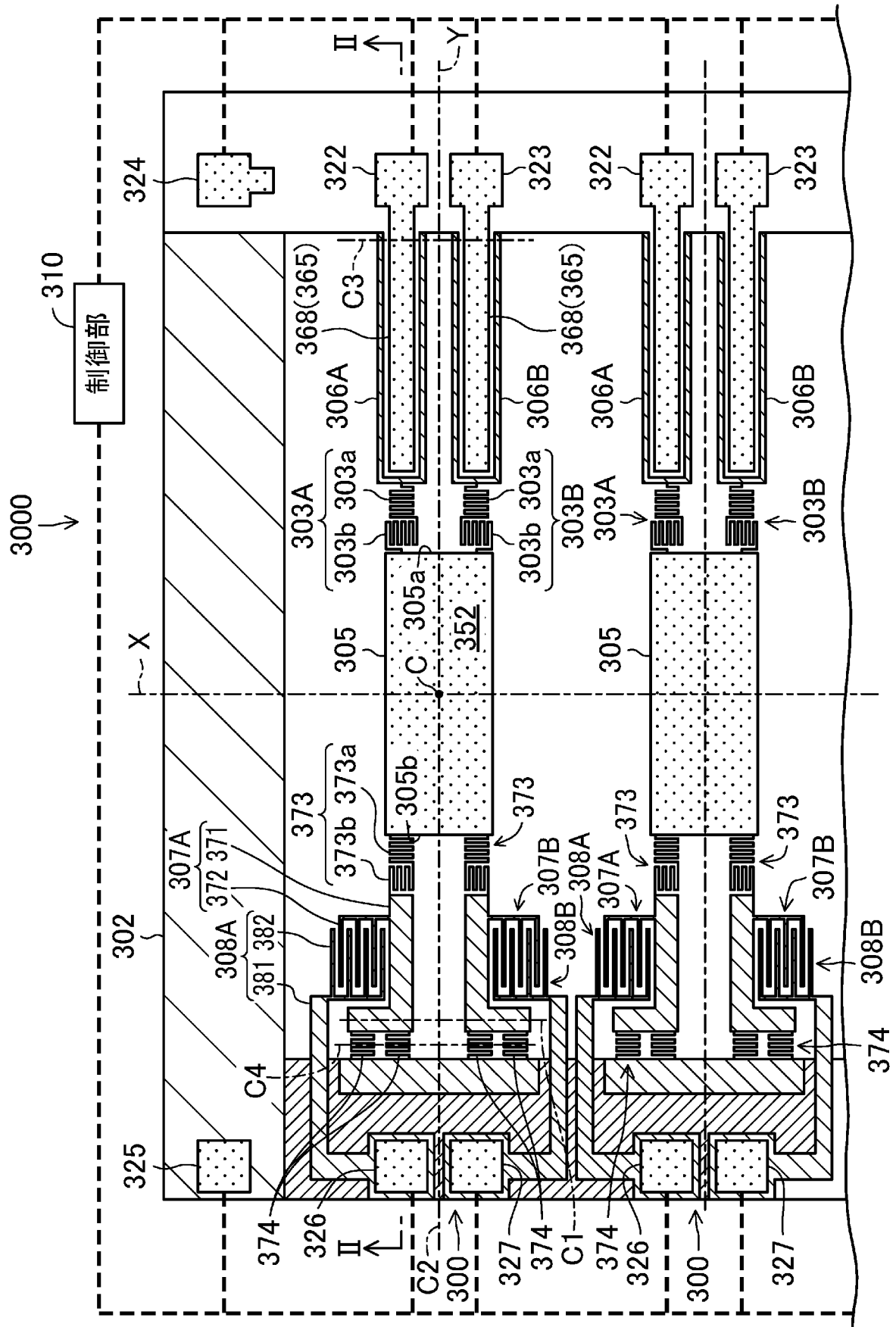
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/001652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/08(2006.01)i, B81B3/00(2006.01)i, G02B26/10(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)

G02B26/08, B81B3/00, G02B26/10

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2013-88703 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 13 May 2013 (13.05.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 9-159939 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 20 June 1997 (20.06.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
P, A	WO 2014/156060 A1 (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 02 October 2014 (02.10.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐ 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
25 May 2015 (25.05.15)

Date of mailing of the international search report
02 June 2015 (02.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/08(2006.01)i, B81B3/00(2006.01)i, G02B26/10(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. G02B26/08, B81B3/00, G02B26/10

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	JP 2013-88703 A（住友精密工業株式会社）2013.05.13, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-6
A	JP 9-159939 A（日本電信電話株式会社）1997.06.20, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-6
P, A	WO 2014/156060 A1（住友精密工業株式会社）2014.10.02, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-6

☐ 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

2 5 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 6 . 2 0 1 5

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）

堀部 修平

2 L

9 2 1 5

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