

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6485388号
(P6485388)

(45) 発行日 平成31年3月20日(2019.3.20)

(24) 登録日 平成31年3月1日(2019.3.1)

(51) Int.Cl.

G02B 26/08 (2006.01)
B81B 3/00 (2006.01)

F 1

G02B 26/08
G02B 26/08
B81B 3/00E
J

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-37902 (P2016-37902)
(22) 出願日	平成28年2月29日 (2016.2.29)
(65) 公開番号	特開2017-156453 (P2017-156453A)
(43) 公開日	平成29年9月7日 (2017.9.7)
審査請求日	平成30年2月28日 (2018.2.28)

(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人	110001128 特許業務法人ゆうあい特許事務所
(72) 発明者	大山 浩市 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(72) 発明者	勝間田 卓 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(72) 発明者	榎本 哲也 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】可変焦点ミラーおよび光走査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可変焦点ミラーであって、

裏面に開口する凹部(14)が形成され、前記凹部が形成された部分の厚みが前記凹部の外側の厚みよりも小さくされた板状の基部(1)と、

前記基部のうち前記凹部が形成された部分の表面側に形成された第1圧電素子(2)と、

前記第1圧電素子に対して前記基部とは反対側に形成された反射面(41)と、
前記基部のうち前記凹部が形成された部分の表面側から前記凹部の外側の部分の表面側に至るように、前記第1圧電素子と離された状態で形成された第2圧電素子(3)と、を備え、

前記第1圧電素子の膜応力および前記第2圧電素子の膜応力は、共に引張方向の膜応力とされているか、または、共に圧縮方向の膜応力とされており、

前記第2圧電素子には、前記基部の表面を露出させて、前記基部の表面のうち前記凹部の内側に対応する部分と前記凹部の外側に対応する部分とを連結する切欠部(35)が形成されており、

前記切欠部に、前記第1圧電素子と外部の回路とを接続する配線(6)が置かれている可変焦点ミラー。

【請求項 2】

可変焦点ミラーであって、

10

20

裏面に開口する凹部（14）が形成され、前記凹部が形成された部分の厚みが前記凹部の外側の厚みよりも小さくされた板状の基部（1）と、

前記基部のうち前記凹部が形成された部分の表面側に形成された第1圧電素子（2）と、

前記第1圧電素子に対して前記基部とは反対側に形成された反射面（41）と、

前記基部のうち前記凹部が形成された部分の表面側から前記凹部の外側の部分の表面側に至るように、前記第1圧電素子と離された状態で形成された第2圧電素子（3）と、を備え、

前記第1圧電素子の膜応力および前記第2圧電素子の膜応力は、共に引張方向の膜応力とされているか、または、共に圧縮方向の膜応力とされており、

前記第2圧電素子には、前記基部の表面を露出させて、前記基部の表面のうち前記凹部の内側に対応する部分と前記凹部の外側に対応する部分とを連結する切欠部（35）が形成されており、

前記切欠部には、前記第1圧電素子と外部の回路とを接続する配線（6）が置かれており、

前記第1圧電素子は、前記切欠部を通って前記凹部の外側に延設されており、かつ前記凹部の外側で前記配線と接続されている可変焦点ミラー。

【請求項3】

前記反射面は、円形状とされており、

前記第1圧電素子および前記凹部は、上面形状が円形状とされており、

前記反射面の面内方向において、前記第1圧電素子の上面、および、前記凹部の上面の中心は、前記反射面の中心と同じ位置にある請求項1または2に記載の可変焦点ミラー。

【請求項4】

前記第2圧電素子は、上面形状が前記反射面の中心に対して点対称となるように形成されている請求項3に記載の可変焦点ミラー。

【請求項5】

前記第2圧電素子は、上面形状が円周状とされており、

前記反射面の面内方向において、前記第2圧電素子の上面の中心は、前記反射面の中心と同じ位置にあり、

前記第2圧電素子のうち前記凹部に対応する部分の半径方向の幅は、前記凹部の半径の15%以上である請求項3または4に記載の可変焦点ミラー。

【請求項6】

前記基部の表面に形成され、前記反射面の曲率を検出する歪みゲージ（7）を備え、

前記切欠部に、前記歪みゲージと外部の回路とを接続する配線（8）が置かれている請求項1ないし5のいずれか1つに記載の可変焦点ミラー。

【請求項7】

前記第2圧電素子と外部の回路とを接続する配線（9）を備える請求項1ないし6のいずれか1つに記載の可変焦点ミラー。

【請求項8】

前記第1圧電素子および前記第2圧電素子の表面に形成された絶縁膜（5）を備え、

前記絶縁膜には、前記基部のうち前記第1圧電素子と前記第2圧電素子との間に位置する部分を露出させる開口部（52）が形成されている請求項1ないし7のいずれか1つに記載の可変焦点ミラー。

【請求項9】

請求項1ないし8のいずれか1つに記載の可変焦点ミラーを備え、

前記基部は、前記基部の表面に平行な軸周りに揺動可能とされている光走査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可変焦点ミラーおよび光走査装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 型光走査装置は、ミラーと、ミラーを両持ち支持する支持梁とを備え、支持梁の軸周りにミラーを回転させることにより光ビームの走査を行うものである。

【0003】

光走査装置の中には、屈曲することで反射光の焦点位置を変化させる遠近焦点MEMSミラーを備えたものがある。例えば特許文献1では、圧電素子の上に反射面を形成し、圧電素子への電圧の印加により、圧電素子と共に反射面を屈曲させて反射光の焦点位置を変化させる可変焦点型光学装置が提案されている。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】****【特許文献1】特開2014-215399号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

反射光の焦点位置は反射面の曲率によって変化し、反射面の曲率は圧電素子への印加電圧によって変化する。そのため、このような可変焦点型光学装置において、反射光の焦点位置を精度よく制御し、精度の高い走査をするためには、圧電素子への印加電圧に対する反射面の曲率の特性にばらつきが少ないことが重要である。

20

【0006】

本発明は上記点に鑑みて、特性のばらつきを抑制できる可変焦点ミラーおよび光走査装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、可変焦点ミラーであって、裏面に開口する凹部(14)が形成され、凹部が形成された部分の厚みが凹部の外側の厚みよりも小さくされた板状の基部(1)と、基部のうち凹部が形成された部分の表面側に形成された第1圧電素子(2)と、第1圧電素子に対して基部とは反対側に形成された反射面(41)と、基部のうち凹部が形成された部分の表面側から凹部の外側の部分の表面側に至るように、第1圧電素子と離された状態で形成された第2圧電素子(3)と、を備え、第1圧電素子の膜応力および第2圧電素子の膜応力は、共に引張方向の膜応力とされているか、または、共に圧縮方向の膜応力とされており、第2圧電素子には、基部の表面を露出させて、基部の表面のうち凹部の内側に対応する部分と凹部の外側に対応する部分とを連結する切欠部(35)が形成されており、切欠部に、第1圧電素子と外部の回路とを接続する配線(6)が置かれている。

30

【0008】

このような構成では、温度変化等により第1圧電素子の膜応力が変化した場合、第2圧電素子の膜応力も同様に変化し、第1圧電素子の膜応力による反射面の変形を抑制するよう、基部のうち第2圧電素子が形成された部分が変形する。したがって、温度変化等による反射面の変形を抑制し、特性のばらつきを抑制することができる。

40

【0009】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係の一例を示すものである。

【図面の簡単な説明】**【0010】****【図1】第1実施形態にかかる可変焦点ミラーの平面図である。****【図2】図1のII-II断面図である。****【図3】圧電素子への印加電圧と反射面の曲率との関係を示すグラフである。**

50

【図4】可変焦点ミラーの動作を示す断面図である。

【図5】第1実施形態の变形例の断面図であって、図2に相当する図である。

【図6】第2実施形態にかかる可変焦点ミラーの平面図である。

【図7】第3実施形態にかかる可変焦点ミラーの平面図である。

【図8】第4実施形態にかかる可変焦点ミラーの平面図である。

【図9】第4実施形態の变形例の平面図である。

【図10】第5実施形態にかかる可変焦点ミラーの平面図である。

【図11】2つの圧電素子への印加電圧を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

10

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

【0012】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態について説明する。本実施形態の可変焦点ミラーは、図1、図2に示すように、板状の基部1と、圧電素子2と、圧電素子3と、反射部4と、絶縁膜5と、配線6とを備えている。なお、図1は断面図ではないが、図を見やすくするために、圧電素子2、圧電素子3、反射部4にハッチングを施してある。また、図1では絶縁膜5の図示を省略している。

【0013】

20

図2に示すように、本実施形態では、基部1は、活性層11、犠牲層12、支持層13が順に積層された構造のSOI(Silicon on Insulator)基板にて構成されている。活性層11、支持層13は例えばSiで構成され、犠牲層12は例えばSiO₂で構成される。

【0014】

基部1の裏面側には、犠牲層12および支持層13を除去することによって、支持層13の裏面に開口する凹部14が形成されており、基部1のうち凹部14が形成された部分の厚みは凹部14の外側の部分の厚みよりも小さくされている。

【0015】

圧電素子2は、基部1のうち凹部14が形成された部分の表面側に形成されている。具体的には、圧電素子2は、絶縁層21、下部電極22、圧電膜23、上部電極24が、活性層11の表面に順に積層されて構成されている。圧電素子2は、第1圧電素子に相当する。

30

【0016】

圧電素子3は、基部1のうち凹部14が形成された部分の表面側から凹部14の外側の部分の表面側に至るように、圧電素子2と離された状態で形成されている。圧電素子3は、絶縁層31、下部電極32、圧電膜33、上部電極34が、活性層11の表面に順に積層されて構成されている。圧電素子3は、第2圧電素子に相当する。

【0017】

40

本実施形態では、絶縁層21、31はSiO₂で構成されており、下部電極22、32はSRO/Pt/Tiの積層構造で構成されている。また、圧電膜23、33はPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)で構成されており、上部電極24、34はTi/Au/Tiの積層構造で構成されている。

【0018】

本実施形態では、圧電素子3の膜応力の方向は、圧電素子2の膜応力の方向と等しくされている。すなわち、圧電素子2の膜応力および圧電素子3の膜応力は、共に引張方向の膜応力とされているか、または、共に圧縮方向の膜応力とされている。本実施形態では、圧電素子2と圧電素子3と同じ材料で構成することにより、圧電素子3の膜応力の方向が、圧電素子2の膜応力の方向と等しくされている。

【0019】

50

反射部4は、圧電素子2に対して基部1とは反対側に形成されている。具体的には、図2に示すように、活性層11、圧電素子2、圧電素子3の表面に絶縁膜5が形成されており、圧電素子2の上部に形成された絶縁膜5の表面に、薄膜が形成されており、反射部4は、この薄膜で構成されている。反射部4は、圧電素子2とは反対側の表面である反射面41において光ビームを反射させるものであり、例えばAgで構成される。絶縁膜5は、例えばSiO₂で構成される。

【0020】

図1に示すように、本実施形態では、反射面41は、円形状とされており、圧電素子2および凹部14は、上面形状が円形状とされており、圧電素子3は、上面形状が円周状とされている。そして、反射面41の面内方向において、圧電素子2の上面、圧電素子3の上面、凹部14の上面の中心は、反射面41の中心と同じ位置にある。10

【0021】

図2に示すように、絶縁膜5のうち、圧電素子2の上部に位置し、かつ、反射部4から離れた部分には、上部電極24を露出させる開口部51が形成されている。また、絶縁膜5の表面には、配線6が形成されている。上部電極24は、開口部51において配線6に接続されており、配線6を通して外部の回路に接続されている。また、絶縁膜5には、下部電極22を露出させる図示しない開口部が形成されている。下部電極22は、この開口部において配線6に接続されており、配線6を通して外部の回路に接続されている。配線6は、例えばAlで構成される。20

【0022】

このような可変焦点ミラーは、フォトリソグラフィおよびエッチングにより活性層11の表面に圧電素子2、3、絶縁膜5、反射部4、配線6を形成し、犠牲層12および支持層13の一部を除去して凹部14を形成することで製造される。なお、本実施形態では、圧電素子2と圧電素子3は同一のプロセスで形成される。20

【0023】

本実施形態の可変焦点ミラーは、図示しない光源および図示しない光走査装置と共に使用される。具体的には、図示しない光源から可変焦点ミラーに光ビームが照射されると、光ビームは反射面41で反射され、図示しない光走査装置に照射される。図示しない光走査装置は、梁によって両持ち支持されて揺動可能とされたミラーを備えており、揺動するミラーに光ビームが照射され、反射されることにより、光ビームの走査が行われる。30

【0024】

このとき、圧電素子2の下部電極22、上部電極24に電圧が印加されると、圧電膜23が変形し、反射面41が屈曲する。これにより、反射光の焦点位置が変化する。

【0025】

反射光の焦点位置は反射面41の曲率によって変化し、反射面41の曲率は圧電素子2への印加電圧によって変化する。そのため、反射光の焦点位置を精度よく制御し、精度の高い走査をするためには、圧電素子2への印加電圧に対する反射面41の曲率の特性にばらつきが少ないことが重要である。

【0026】

具体的には、図3の実線で示すように、圧電素子2への印加電圧が大きいほど反射面41の曲率が大きくなることに基づいて、電圧が印加されていない状態での曲率が例えば2.0m⁻¹以下となり、電圧が印加されている状態での曲率が例えば10.0m⁻¹以上となるような特性が求められる。40

【0027】

しかし、反射面41は、圧電素子2への電圧の印加に加えて、圧電素子2の膜応力によつても変形する。例えば、圧電素子2の成膜時の温度と、可変焦点ミラーの使用時の環境温度との差によって、圧電素子2に引張方向の膜応力が生じ、活性層11および反射面41が支持層13の側に向かって凸となるように変形する。すなわち、反射面41の曲率が増加する。

【0028】

50

20

30

40

50

すると、図3の一点鎖線で示すように、圧電素子2への印加電圧に対する反射面41の曲率の特性が変化し、圧電素子2に電圧が印加されていない状態での曲率が 2.0 m^{-1} よりも大きくなる可能性がある。

【0029】

このように、圧電素子2の膜応力によって、圧電素子2への印加電圧に対する反射面41の曲率の特性にばらつきが生じる場合がある。

【0030】

これに対し、本実施形態では、圧電素子3が、基部1のうち凹部14が形成された部分の表面側から凹部14の外側の部分の表面側に至るように、圧電素子2と離された状態で形成されている。そして、圧電素子3の膜応力の方向は、圧電素子2の膜応力の方向と等しくされている。10

【0031】

そのため、圧電素子2に膜応力が生じる環境では、圧電素子3にも圧電素子2と同じ方向の膜応力が生じる。例えば圧電素子2に引張方向の膜応力が生じた場合、圧電素子3にも引張方向の膜応力が生じる。すると、図4に示すように、圧電素子3と、圧電素子3の下部の活性層11とが、支持層13の側に向かって凸となるように変形する。

【0032】

基部1のうち凹部14の外側に位置する部分は、凹部14が形成された部分よりも厚みが大きくなって変形しにくくなっている。そのため、圧電素子3の変形により、活性層11のうち凹部14と圧電素子3とに挟まれた部分が、支持層13および圧電素子2とは反対側に変位する。これにより、活性層11のうち圧電素子2が形成された部分を半径方向の外側に引っ張る力が働き、圧電素子2の膜応力による反射面41の曲率の増加が抑制される。20

【0033】

また、本実施形態では、圧電素子2と圧電素子3とが同一のプロセスで形成されているので、成膜温度等によって圧電素子2の膜応力にばらつきが生じた場合、圧電素子3の膜応力にも同様のばらつきが生じる。したがって、この場合にも、圧電素子3の膜応力により、圧電素子2の膜応力による反射面41の曲率の増加を抑制することができる。

【0034】

また、環境温度の変化によって圧電素子2の膜応力が変化した場合、圧電素子3の膜応力も同様に変化する。したがって、この場合にも、圧電素子3の膜応力により、圧電素子2の膜応力による反射面41の曲率の増加を抑制することができる。30

【0035】

以上説明したように、本実施形態では、圧電素子2の膜応力による反射面41の屈曲を圧電素子3の膜応力によって抑制することにより、可変焦点ミラーの特性のばらつきを抑制することができる。また、これにより、可変焦点ミラーの精度を向上させることができる。

【0036】

なお、この効果を高めるために、圧電素子3の幅が大きいことが好ましい。具体的には、図2に示すように、凹部14の半径を l_1 、圧電素子3のうち凹部14に対応する部分の半径方向の幅を l_2 としたとき、 l_2 が l_1 の15%以上であることが好ましい。40

【0037】

また、SiO₂で構成された絶縁膜5は圧縮方向の膜応力を有しているので、活性層11の表面に絶縁膜5が形成されていると、圧電素子3の引張方向の膜応力により活性層11が変形することで得られる効果が抑制される。そのため、活性層11の表面に形成する絶縁膜5を少なくすることが好ましい。

【0038】

例えば、図5に示すように、絶縁膜5に、基部1のうち圧電素子2と圧電素子3との間に位置する部分を露出させる開口部52を形成することが好ましい。なお、図5に示す変形例では、絶縁膜5のうち配線6の下方に位置する部分には開口部52は形成されず、配50

線 6 と活性層 11 等との電気的な絶縁が維持されている。

【0039】

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態に対して圧電素子3の形状を変更したものであり、その他については第1実施形態と同様であるため、第1実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0040】

図6に示すように、本実施形態の圧電素子3には、基部1の活性層11の表面を露出させて、基部1の表面のうち凹部14の内側に対応する部分と凹部14の外側に位置する部分とを連結する切欠部35が形成されている。なお、図6は断面図ではないが、図を見やすくするために、圧電素子2、圧電素子3、反射部4にハッチングを施してある。また、図6では絶縁膜5の図示を省略している。10

【0041】

切欠部35の表面には絶縁膜5が形成されており、配線6は、切欠部35の上に形成された絶縁膜5の表面を通るように形成されている。

【0042】

圧電素子3の上部を通るように配線6を形成した場合、配線6は、絶縁膜5の凹部14に対応する位置の底部から頂部に至る部分、および、頂部から凹部14の外側に対応する位置の底部に至る部分において屈曲した形状となり、耐久性が低くなる。そのため、活性層11の変形に伴って、配線6が破壊される可能性がある。なお、絶縁膜5のうち活性層11の表面に形成された部分を底部、上部電極34の表面に形成された部分を頂部とする。20

【0043】

これに対し本実施形態では、配線6が切欠部35を通るように形成されているので、配線6の屈曲が抑制され、配線6の耐久性が向上する。これにより、配線6の破壊を抑制し、可変焦点ミラーの信頼性を向上させることができる。

【0044】

(第3実施形態)

本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態は、第2実施形態に対して圧電素子2の形状を変更したものであり、その他については第2実施形態と同様であるため、第2実施形態と異なる部分についてのみ説明する。30

【0045】

図7に示すように、本実施形態の圧電素子2は、切欠部35を通って凹部14の外側に延設されている。そして、開口部51は絶縁膜5のうち凹部14の外側に位置する部分に形成されており、上部電極24と配線6とは凹部14の外側で接続されている。また、下部電極22を露出させる図示しない開口部は、絶縁膜5のうち凹部14の外側に位置する部分に形成されており、下部電極22と配線6とは凹部14の外側で接続されている。なお、図7は断面図ではないが、図を見やすくするために、圧電素子2、圧電素子3、反射部4にハッチングを施してある。また、図7では絶縁膜5の図示を省略している。

【0046】

基部1のうち凹部14の外側にある部分は、凹部14が形成された部分よりも厚みが大きく変形しにくい。そのため、上記のように、上部電極24および下部電極22と配線6とを凹部14の外側で接続することにより、上部電極24および下部電極22と配線6との接続部の耐久性が向上する。これにより、活性層11の変形に伴う上部電極24および下部電極22と配線6との接続不良を抑制し、可変焦点ミラーの信頼性を向上させることができる。40

【0047】

(第4実施形態)

本発明の第4実施形態について説明する。本実施形態は、第3実施形態に対してセンサを追加したものであり、その他については第3実施形態と同様であるため、第3実施形態50

と異なる部分についてのみ説明する。

【0048】

図8に示すように、本実施形態の可変焦点ミラーは、歪みゲージ7と、配線8とを備えている。なお、図8は断面図ではないが、図を見やすくするために、圧電素子2、圧電素子3、反射部4にハッチングを施してある。また、図8では絶縁膜5の図示を省略している。

【0049】

歪みゲージ7は、反射面41の曲率を検出するセンサである。歪みゲージ7は、基部1のうち凹部14が形成された部分の表面に半導体不純物をイオン注入することにより形成されている。

10

【0050】

本実施形態の圧電素子3には、2つの切欠部35が形成されている。2つの切欠部35は、圧電素子2を挟むように形成されており、圧電素子3の上面形状は反射部41の中心に対して点対称とされている。一方の切欠部35には、第2実施形態と同様に圧電素子2の延設部が配置されており、他方の切欠部35の上に形成された絶縁膜5の表面には、配線8が形成されている。

【0051】

配線8は、歪みゲージ7と外部の回路とを接続する配線であり、例えばA1で構成される。絶縁膜5は、活性層11、圧電素子2、3の表面に加えて歪みゲージ7の表面にも形成されており、絶縁膜5には、歪みゲージ7の表面を露出させる図示しない開口部が形成されている。配線8は、この開口部において歪みゲージ7に接続されており、この開口部から切欠部35を通り圧電素子3の外側に至るよう形成されている。

20

【0052】

このような構成では、活性層11および反射面41の屈曲に伴い、歪みゲージ7が変形し、歪みゲージ7の抵抗値が変化する。そして、この抵抗値の変化を配線8を通して読み取ることにより、反射面41の曲率を検出することができる。

【0053】

凹部14が形成された部分に歪みゲージ7を配置した本実施形態においても、圧電素子3に切欠部35を形成し、切欠部35を通るように歪みゲージ7と外部の回路とを接続する配線8を形成することにより、第2実施形態と同様に配線8の耐久性を向上させ、可変焦点ミラーの信頼性を向上させることができる。

30

【0054】

なお、反射面41の中心を通り基部1の厚み方向に平行な平面における反射部4の断面形状が、この平面の角度によって大きく変化することを抑制するために、圧電素子3の上面形状が反射面41の中心に対して回転対称であることが好ましい。

【0055】

例えば、圧電素子3に切欠部35が形成される場合、本実施形態のように反射部4の両側に2つの切欠部35を形成することにより、圧電素子3の上面形状を点対称とすることが好ましい。また、図9に示すように、基部1の表面に平行でかつ互いに垂直な2つの方向において反射部4の両側に切欠部35を形成し、圧電素子3を4つに分割することにより、圧電素子3の上面形状を4回対称とすることがより好ましい。なお、図9は断面図ではないが、図を見やすくするために、圧電素子2、圧電素子3、反射部4にハッチングを施してある。また、図9では絶縁膜5の図示を省略している。

40

【0056】

(第5実施形態)

本発明の第5実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態に対して配線を追加したものであり、その他については第1実施形態と同様であるため、第1実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0057】

図10に示すように、本実施形態の可変焦点ミラーは、配線9を備えている。なお、図

50

10は断面図ではないが、図を見やすくするために、圧電素子2、圧電素子3、反射部4にハッキングを施してある。また、図10では絶縁膜5の図示を省略している。配線9は、圧電素子3を外部の回路に接続し、圧電素子3への電圧の印加を可能とする配線であり、例えばA1で構成される。

【0058】

本実施形態では、図11に示すように、圧電素子3に電圧が印加される。すなわち、圧電素子2への印加電圧がオンであるときには圧電素子3への印加電圧はオフとされ、圧電素子2への印加電圧がオフであるときには圧電素子3への印加電圧はオンとされる。

【0059】

これにより、反射面41を平坦にするために圧電素子2への印加電圧がオフされたときには、圧電素子3への印加電圧がオンされて、活性層11のうち圧電素子2が形成された部分を半径方向の外側に引っ張る力が増加する。そして、圧電素子2の膜応力による反射面41の曲率の増加がさらに抑制される。

【0060】

また、反射面41を屈曲させるために圧電素子2への印加電圧がオンされたときには、圧電素子3への印加電圧がオフされて、活性層11のうち圧電素子2が形成された部分を半径方向の外側に引っ張る力が減少し、反射面41の曲率が増加しやすくなる。

【0061】

このように、本実施形態では、配線9を通して圧電素子3に電圧を印加することにより、特性のばらつきをさらに抑制することができる。

【0062】

(他の実施形態)

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。

【0063】

例えば、上記第1実施形態では、圧電素子2と圧電素子3とを同一のプロセスで形成したが、圧電素子2と圧電素子3とを別のプロセスで形成してもよい。また、圧電素子2と圧電素子3とを別の材料で構成してもよい。

【0064】

また、反射面41の形状、圧電素子2の上面形状、凹部14の上面形状を、円形状以外の形状としてもよく、これらの形状を例えば四角形状としてもよい。また、圧電素子3の上面形状を、円周状以外の形状としてもよい。

【0065】

また、上記第1～第5実施形態の可変焦点ミラーを、光ビームの走査を行う光走査装置に適用してもよい。具体的には、基部1の表面に平行な一方向において基部1の両側に支持梁を延設し、基部1を両持ち支持すると共に一方向に平行な軸周りに揺動可能とし、支持梁を共振振動させることにより、反射部4を一方向に平行な軸周りに揺動させてもよい。

【符号の説明】

【0066】

- 1 基部
- 14 凹部
- 2 圧電素子
- 3 圧電素子
- 41 反射面

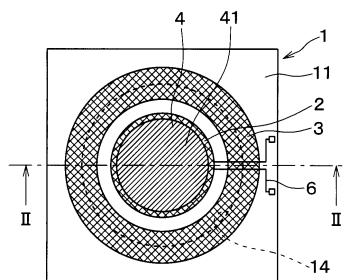
10

20

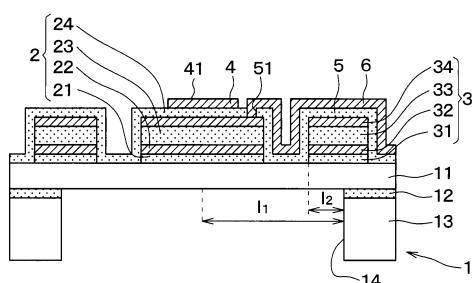
30

40

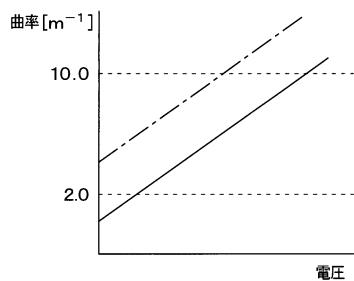
【図1】



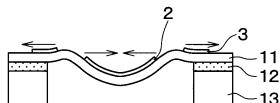
【図2】



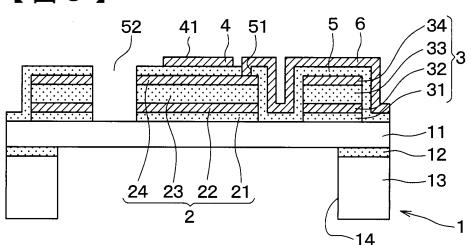
【図3】



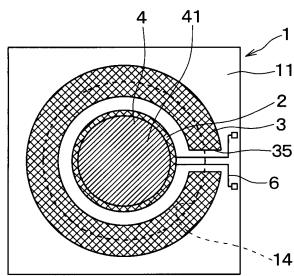
【図4】



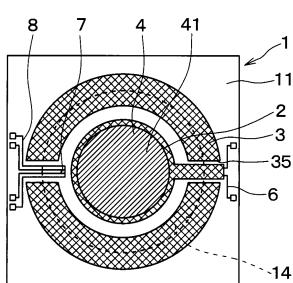
【図5】



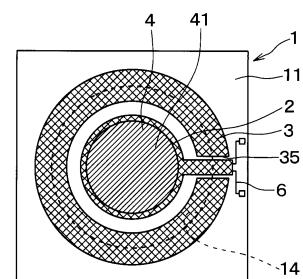
【図6】



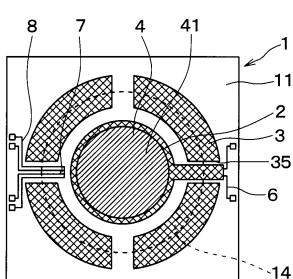
【図8】



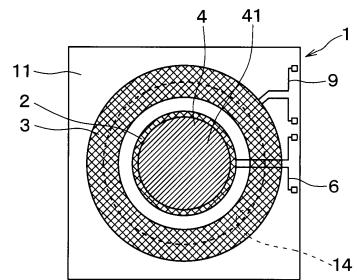
【図7】



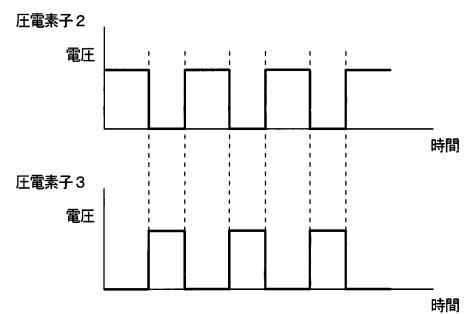
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 丸山 ユミ
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特表2013-504778(JP,A)
特開2004-347753(JP,A)
特表2016-500830(JP,A)
特開2015-022065(JP,A)
特開2015-210450(JP,A)
特開2014-044446(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	2 6 / 0 0	-	2 6 / 0 8
G 02 B	2 6 / 1 0		
B 8 1 B	1 / 0 0	-	7 / 0 4
B 8 1 C	1 / 0 0	-	9 9 / 0 0