

(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.

F I

G O 2 B 26/08 (2006.01)
B 8 1 B 3/00 (2006.01)G O 2 B 26/08 E
G O 2 B 26/08 J
B 8 1 B 3/00

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、前記切欠部を通し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。

10

20

30

40

50

【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に、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実施形態の変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実施形態の変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】

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。

40

【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とを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 1 1、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 4 1 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 SiO_2 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 4 1 は、円形状とされており、圧電素子 2 および凹部 1 4 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 4 1 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 1 4 の上面の中心は、反射面 4 1 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 2 4 を露出させる開口部 5 1 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 2 4 は、開口部 5 1 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 2 2 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 2 2 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。

【0022】

20

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 1 1 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 1 2 および支持層 1 3 の一部を除去して凹部 1 4 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。

【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 4 1 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 2 2、上部電極 2 4 に電圧が印加されると、圧電膜 2 3 が変形し、反射面 4 1 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 4 1 の曲率によって変化し、反射面 4 1 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 4 1 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 4 1 の曲率が大きくなることに基いて、電圧が印加されていない状態での曲率が例えば 2.0 m^{-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 10.0 m^{-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 4 1 は、圧電素子 2 への電圧の印加に加えて、圧電素子 2 の膜応力によっても変形する。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 1 1 および反射面 4 1 が支持層 1 3 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 4 1 の曲率が增加する。

【0028】

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され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、 SiO_2 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 1 1 等との電氣的な絶縁が維持されている。

【 0 0 3 9 】

(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。

【 0 0 4 0 】

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 1 1 の表面を露出させて、基部 1 の表面のうち凹部 1 4 の内側に対応する部分と凹部 1 4 の外側に位置する部分とを連結する切欠部 3 5 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

【 0 0 4 1 】

切欠部 3 5 の表面には絶縁膜 5 が形成されており、配線 6 は、切欠部 3 5 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。

【 0 0 4 2 】

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 1 4 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 1 4 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 1 1 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 1 1 の表面に形成された部分を底部、上部電極 3 4 の表面に形成された部分を頂部とする。

20

【 0 0 4 3 】

これに対し本実施形態では、配線 6 が切欠部 3 5 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。

【 0 0 4 4 】

(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

【 0 0 4 5 】

図 7 に示すように、本実施形態の圧電素子 2 は、切欠部 3 5 を通って凹部 1 4 の外側に延設されている。そして、開口部 5 1 は絶縁膜 5 のうち凹部 1 4 の外側に位置する部分に形成されており、上部電極 2 4 と配線 6 とは凹部 1 4 の外側で接続されている。また、下部電極 2 2 を露出させる図示しない開口部は、絶縁膜 5 のうち凹部 1 4 の外側に位置する部分に形成されており、下部電極 2 2 と配線 6 とは凹部 1 4 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。

40

【 0 0 4 6 】

基部 1 のうち凹部 1 4 の外側にある部分は、凹部 1 4 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 2 4 および下部電極 2 2 と配線 6 とを凹部 1 4 の外側で接続することにより、上部電極 2 4 および下部電極 2 2 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 1 1 の変形に伴う上部電極 2 4 および下部電極 2 2 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。

【 0 0 4 7 】

(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。

【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の外側に至るように形成されている。

【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。

【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。

【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

10

20

30

40

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にハッチングを施してある。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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

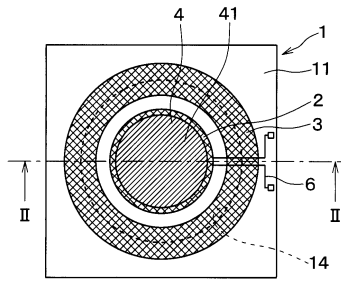
【符号の説明】

【0066】

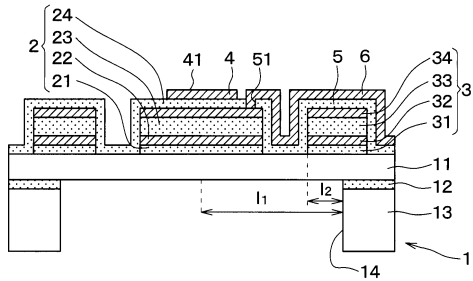
40

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

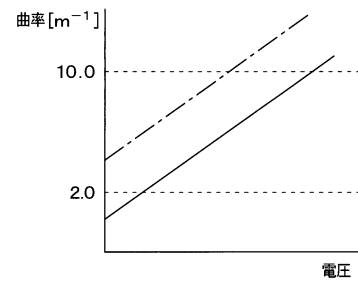
【図 1】



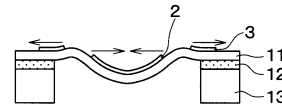
【図 2】



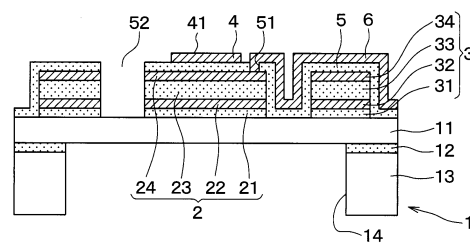
【図 3】



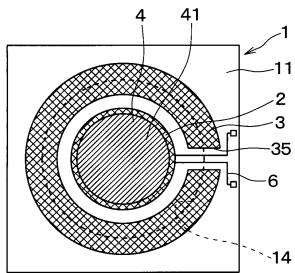
【図 4】



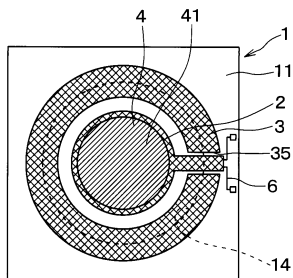
【図 5】



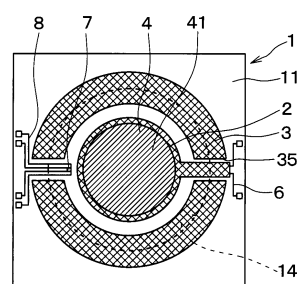
【図 6】



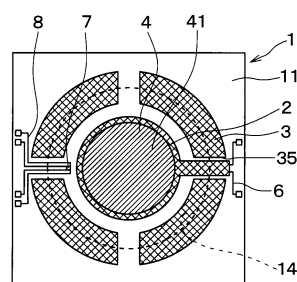
【図 7】



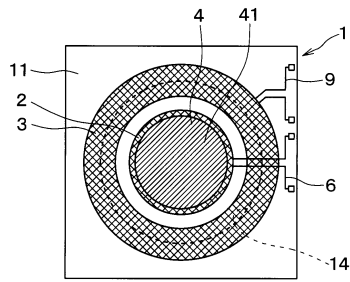
【図 8】



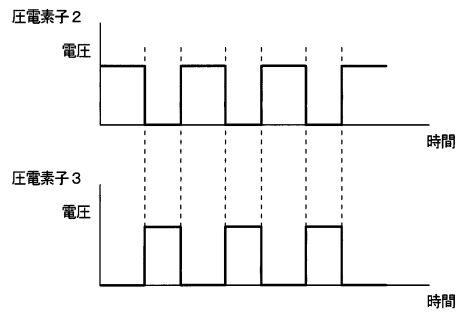
【図 9】



【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)
G02B 26/00 - 26/08
G02B 26/10
B81B 1/00 - 7/04
B81C 1/00 - 99/00