

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4910902号
(P4910902)

(45) 発行日 平成24年4月4日(2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int.Cl.	F I
G O 2 B 26/10 (2006.01)	G O 2 B 26/10 1 O 4 Z
G O 2 B 26/08 (2006.01)	G O 2 B 26/10 C
B 4 1 J 2/44 (2006.01)	G O 2 B 26/10 B
	G O 2 B 26/08 E
	B 4 1 J 3/00 D

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-163715 (P2007-163715)
 (22) 出願日 平成19年6月21日(2007.6.21)
 (65) 公開番号 特開2009-3165 (P2009-3165A)
 (43) 公開日 平成21年1月8日(2009.1.8)
 審査請求日 平成22年3月24日(2010.3.24)

(73) 特許権者 303000408
 コニカミノルタオプト株式会社
 東京都八王子市石川町2970番地
 (74) 代理人 100085501
 弁理士 佐野 静夫
 (74) 代理人 100128842
 弁理士 井上 温
 (72) 発明者 久保 直樹
 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ
 ルタテクノロジーセンター株式会社内
 審査官 川口 聖司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロスキャナ及びそれを備えた光走査装置。

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

変動部と、
 該変動部を揺動可能に支持する主軸部と、
 該主軸部を保持する変形可能な可動枠と、
 該可動枠を湾曲させて前記変動部を傾斜させる駆動手段と、
 前記可動枠を湾曲可能に支持する固定枠と、
 を含むマイクロスキャナにあって、

前記可動枠は、前記駆動手段により湾曲する略平行な一対の駆動片と、該駆動片の両端部同士を連結する一対の結合片とで構成される略矩形の環状構造をなしており、前記各結合片の長手方向の略中央部に前記主軸部が連結され、前記駆動片の長手方向の略中央部が前記固定枠に固定されることを特徴とするマイクロスキャナ。

【請求項2】

前記結合片の前記主軸部が連結される部分の両側に、他の部分に比べて曲げ剛性が小さい屈曲部を設けたことを特徴とする請求項1に記載のマイクロスキャナ。

【請求項3】

上記変動部は、金属膜を含むことで光を反射させるミラー部であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のマイクロスキャナ。

【請求項4】

前記変動部、前記主軸部、前記可動枠及び前記固定枠は、シリコン基板を用いて一体形

成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のマイクロスキャナ。

【請求項 5】

前記駆動手段は、圧電素子と、該圧電素子を挟む電極とが前記可動枠上に積層されたユニモルフ駆動部であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のマイクロスキャナ。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載のマイクロスキャナが搭載された光走査装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクタやレーザビームプリンタ等に用いられる光源からの光を走査するマイクロスキャナに関し、より詳細には、一次元の光走査を高速に行うことが可能な小型マイクロスキャナに関する。また本発明は、そのようなマイクロスキャナを備えることにより、一次元方向に光を高速に走査可能な光走査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いた小型の光スキャナ (マイクロスキャナ) は種々開発されている。例えば、図 11 に示すような特許文献 1 の光スキャナ 101 は、スキャン用のミラー部 103、ミラー部 103 を支えるトーションバー TB、及びミラー部 103 に繋がる駆動片 105 を含んでおり、駆動片 105 上には圧電素子が配置され、ミラー部 103 を偏向させるためのユニモルフ駆動部 106 を形成している。

20

【0003】

そして、この光スキャナ 101 は、ミラー部 103 を極力大きく偏向させるために、駆動片 105 上に配置されるユニモルフ駆動部 106 の駆動周波数と、トーションバー TB を含むミラー部 103 の機械的共振周波数とを一致させている。このようにすれば、ユニモルフ駆動部 106 が低電圧駆動であっても、ミラー部 103 が共振して比較的大きく偏向するためである。

30

【0004】

しかしながら、ミラー部 103 に繋がる駆動片 105 の先端部 110 はねじれにくくなっている。そのため、駆動片 105 に生じる力が回転トルクとしてミラー部 103 に作用しにくい。したがって、ミラー部 103 が十分に偏向しているとはいいがたい。

【0005】

ここで、先端部 110 とミラー部 103 とが連結しないような光スキャナ 101 も考えられる。例えば、図 12 に示すような光スキャナ 101 である。この光スキャナ 101 は、固定枠 102、ミラー部 103、ユニモルフ駆動部 106a ~ 106d によって変形する駆動片 105、及びミラー部 103 と駆動片 105 とをつなぐ主軸部 104 を含んでいる。

40

【0006】

そして、この光スキャナ 101 は、駆動片 105 の撓み変形に応じて、ミラー部 103 を X 方向を基準に正逆回転させる (P 方向へ回転または R 方向へ回転させる)。このようなミラー部 103 の偏向動作で撓み変形する駆動片 105 を示した図が、図 13A 及び図 13B になる。これらの図は図 12 の A - A' 線矢視断面図であり、図 13A が正回転 (P 方向への回転) の場合を示し、図 13B が逆回転 (R 方向への回転) の場合を示す。

【0007】

なお、説明上、主軸部 104 の軸方向を X 方向 (X 軸と称してもよい)、この X 方向に対して直交する駆動片 105 の伸び方向を Y 方向、X 方向及び Y 方向に対する直交方向を Z 方向とする。また、図 12 での紙面上側を Y 方向のプラス {Y (+)}、この + 方向に

50

対する逆方向をY方向のマイナス{Y(-)}とするとともに、図12での紙面表側をZ方向のプラス{Z(+)}、この+方向に対する逆方向をZ方向のマイナス{Z(-)}とする。

【0008】

また、以降では、2つの駆動片105(駆動片105a、105b)のうち駆動片105aのみについて説明するが、この駆動片105aがミラー部103を正回転または逆回転させようとしている場合、残りの駆動片105bも同じようにミラー部103を正回転または逆回転させている。

【0009】

ミラー部103が正回転する場合、図13Aに示すように、Y(+)側のユニモルフ駆動部106aの圧電素子108が伸びることで、Y(+)側の駆動片105aにおける主軸部104側はZ(-)に垂れ下がる。一方、Y(-)側のユニモルフ駆動部106bの圧電素子108が縮むことで、Y(-)側の駆動片105aにおける主軸部104側はZ(+)に跳ね上がる。すると、波打つように駆動片105aが撓み、その撓みに追従して主軸部104も正回転して傾く。

10

【0010】

また、ミラー部103が逆回転する場合、図13Bに示すように、Y(+)側のユニモルフ駆動部106aの圧電素子108が縮むことで、Y(+)側の駆動片105aにおける主軸部104側はZ(+)に跳ね上がる。一方、Y(-)側のユニモルフ駆動部106bの圧電素子108が伸びることで、Y(-)側の駆動片105aにおける主軸部104側はZ(-)に垂れ下がる。すると、駆動片105aは、図13Aとは逆向きに波打って撓み、その撓みに追従して主軸部104も逆回転して傾く。

20

【特許文献1】特開2005-128147号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

図11や図12に示したような光スキャナ101をプロジェクタ等の走査型投影装置に用いる場合、ミラー部103の偏向角が投影可能な画面サイズを決定する大きな要因となる。そのため、ミラー部103を偏向させる際にユニモルフ駆動部106a~106dの僅かな変位でより大きな偏向角が得られることが望ましい。しかし、図12のような構造の場合、各駆動片105a、105bの固定端(図12に破線円で表示)は、駆動片105a、105bの湾曲により固定枠2から反力を受けるため、固定端が変形してしまう。その結果、主軸部104a、104bが連結された駆動片105a、105bの駆動部分の変位量が低下してミラー部103の偏向角が小さくなるという問題点があった。

30

【0012】

この変形を防止するために、従来は駆動片105a、105bを固定枠102に強固に固定するとともに固定枠102の剛性を高めていた。しかし、変形を完全に防止することは困難であり、ミラー偏向角がある程度低減する現象は避けられなかった。また、シリコン基板を用いて固定枠102や駆動片105a、105b等を一体形成する場合、固定枠102の剛性を高めるために基板の厚みや幅を増大させると、光スキャナ101が大型化してしまう上、高価な材料であるシリコンの使用量が増加する。さらに、駆動部となる駆動片105a、105bやミラー部103は薄く形成する必要があるためエッチング量が多くなり、加工時間や加工コストも増加することとなる。

40

【0013】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、変動部を駆動させる際に可動枠の支持部へ作用する反力に起因する可動枠の変位量の低下を抑制することにより、変動部の偏向角を大きくすることが可能なマイクロスキャナ及びそれを備えた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】

【0014】

50

上記目的を達成するために、本発明のマイクロスキャナは、変動部と、該変動部を揺動可能に支持する主軸部と、該主軸部を保持する変形可能な可動枠と、該可動枠を湾曲させて変動部を傾斜させる駆動手段と、可動枠を湾曲可能に支持する固定枠と、を含むマイクロスキャナであり、可動枠は、駆動手段により湾曲する略平行な一对の駆動片と、該駆動片の両端部同士を連結する一对の結合片とで構成される略矩形の環状構造をなしており、各結合片の長手方向の略中央部に主軸部が連結され、駆動片の長手方向の略中央部が固定枠に固定されている。

【0015】

この構成によれば、駆動片が湾曲したとき、最も変位量が大きい両端部が自由に撓むこととなり、支持部は最も変位量が小さい略中央部の位置変化を保持するのみである。従って、固定枠に駆動片の一端が固定されていた従来構成に比べて、駆動片が湾曲したとき固定枠から受ける反力が小さくなり、固定枠の変形による駆動片の変位量のロスが抑制される。

10

【0016】

また、結合片の主軸部が連結される部分の両側に、他の部分に比べて曲げ剛性が小さい屈曲部を設けておくことが好ましい。これにより、結合部は屈曲部において比較的弱い力で変形するため、主軸部の回転量も大きくなる。そして、この増加した回転量に起因して、変動部は比較的大きく揺動する。その結果、マイクロスキャナは、変動部の偏向角を容易に増大させられる。

【0017】

20

なお、マイクロスキャナを構成する各部材は、例えば1つの基板の表裏面をエッチング加工することによって設けられており、マイクロスキャナ自身は一基板に形成されている。また、変動部が、金属膜を含むことで光を反射させるミラー部である場合、マイクロスキャナは光スキャナとも称せる。

【0018】

また、駆動手段としては、圧電素子とそれを挟む電極と、これらを基板に貼り付けた構造から成るユニモルフ駆動部が好適に用いられる。従来はミラー部を回転駆動させるためのユニモルフ駆動部が最低4個必要であったのに対し、本発明の光スキャナでは2個のユニモルフ駆動部で構成可能となる。これにより、圧電素子の特性のバラツキに起因するユニモルフ駆動部の駆動性能の信頼性を高めることができ、ユニモルフ駆動部を構成する電極へ電圧を印加するための配線も簡略化できる。

30

【0019】

また、以上のマイクロスキャナを搭載する光走査装置も本発明といえる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、マイクロスキャナの変動部の偏向角を容易に増大可能となり、且つ反力による支持部の変形や破損を防止可能となる。また、高い加工精度や組立精度、及び圧電素子の特性の均一性を必要とすることなく、偏向時の回転軸のずれや傾きを最小限に抑えることができ、マイクロスキャナの製造コストも低減可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0021】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、理解を容易にすべく、平面図であってもハッチングを付している。また、説明の便宜上、部材符号、ハッチングを省略する場合もあるが、かかる場合、他の図面を参照するものとする。また、図面上での黒丸は紙面に対し垂直方向を意味する。以下の実施形態では、マイクロスキャナの変動する部材(変動部)としてミラー部を例に挙げるとともに、このミラー部を変動させることで光を反射させスキャン動作を行う光スキャナを例に挙げる。

【0022】

図1は、本発明のマイクロスキャナ及び光走査装置を備える画像投影装置の一例を示すブロック図である。図1において、画像投影装置100は、例えばパソコンやテレビ等か

50

ら出力される画像信号を入力し、その処理を行う光制御部 20 と、光制御部 20 から出力される信号を受けて光の走査を行い、例えばスクリーン 30 に画像光を投影する光走査装置 40 を含む構成である。

【0023】

光走査装置 40 は、図 1 に示すように、それぞれが赤色、緑色、青色（以下 RGB と省略する）に対応する 3 つの光源 21 ~ 23 と、色合成プリズム 24 と、コリメータレンズ 25 と、光スキャナ（マイクロスキャナ）1 と、投影光学系 26 と、ミラー位置検知用光源 27 と、ミラー位置検出手段 28 と、光走査制御部 29 とから構成される。

【0024】

そして、RGB に対応する 3 つの光源 21 ~ 23 から出射された光は、色合成プリズム 24、コリメータレンズ 25 の順に通過し、光スキャナ 1 で光走査された後、投影光学系 27 を透過して、例えばスクリーン 30 に結像する。

10

【0025】

次に光走査装置 40 の詳細について説明する。3 つの光源 21 ~ 23 は、例えば光源 21 が赤色の半導体レーザダイオード、光源 22 が緑色の半導体レーザダイオード、光源 23 が青色の半導体レーザダイオードに対応する。そして、それぞれの半導体レーザダイオードの波長は、例えば、赤色が 660 nm、緑色が 532 nm、青色が 450 nm に設定されている。

【0026】

なお、本実施形態では光源に半導体レーザダイオードを用いているが、これに限定される趣旨ではなく、本発明の目的を逸脱しない範囲で変更可能である。特に、緑色の半導体レーザダイオードは入手困難であることから、緑色のみ半導体レーザで結晶を励起する方式の DPSS（Diode Pumping Solid State）レーザを外部変調器で変調するものを用いて構わない。また、赤色、緑色、青色の全ての色について、半導体レーザダイオードに代えて、発光ダイオード（LED）や固体レーザ等を光源に用いても構わない。ただし、光源のサイズは小さい方が好ましく、その点で半導体レーザダイオードが好ましい。

20

【0027】

色合成プリズム 24 は、光源 21 ~ 23 から出射されたレーザ光を合成する役割を果たし、光源 21 ~ 23 から出射されたレーザ光はここで合成され、合成された色をスクリーン 30 に表示する。なお、本実施形態では色合成プリズムを用いているが、これに限定される趣旨ではない。例えば、図 2 に示すように 2 枚のダイクロイックミラー 31a、31b を用いて、赤色光を反射し緑色光を透過するダイクロイックミラー 31a で赤色と緑色の光源 21、22 から出射されたレーザ光を合成し、その後、青色光を反射し赤色光と緑色光は透過するダイクロイックミラー 31b を用いて、先に合成されたレーザ光に青色の光源 23 から出射されたレーザ光を合成するような形態としても構わない。ただし、装置の部品点数を少なくすることと、装置全体のサイズを小さくできる点で色合成プリズム 24 を用いるのが好ましい。

30

【0028】

コリメータレンズ 25 は、光源 21 ~ 23 から出射され、色合成プリズム 24 を通過してきた発散光を平行光へ変換するレンズである。また、コリメータレンズ 25 は、投影光学系 27 で発生する色収差を補正するようにピント位置が調整されている。光スキャナ 1 は、コリメータレンズ 25 を透過してきたレーザ光を走査することができ、本実施形態においては、スクリーン 30 に対して水平方向（図 1 の左右方向）と垂直方向（図 1 の紙面方向）にレーザ光を走査する。

40

【0029】

図 3 は、本発明の第 1 実施形態の光スキャナを示す平面図であり、図 4 は、図 3 の B - B' 線矢視断面図である。本実施形態の光スキャナ 1 は、X 軸周り（図 3 の縦回り）の走査のみを行う一次元走査型の光スキャナであり、固定枠 2、ミラー部 3、主軸部 4a、4b、可動枠 5、ユニモルフ駆動部 6a、6b を含んでいる。なお、これらの部材は、変形可能なシリコン基板等をエッチングすることにより一体形成されている。

50

【 0 0 3 0 】

ミラー部 3 は、光源等からの光を反射させる部材である。かかるミラー部 3 は、平面視で矩形状の基板に、開孔 H (第 1 開孔 H 1、第 2 開孔 H 2) を並べて設けることで、図 1 に示すような固定枠 2 及びその内側に生じる島状部分 (第 1 開孔 H 1 と第 2 開孔 H 2 との間に位置する残部) を形成し、島状部分に金やアルミニウム等の反射膜を貼り付けることで形成される。

【 0 0 3 1 】

なお、第 1 開孔 H 1 と第 2 開孔 H 2 とが並ぶ方向を Y 方向と称し、第 1 開孔 H 1 側の Y 方向を Y 方向のプラス { Y (+) }、この + 方向に対する逆方向を Y 方向のマイナス { Y (-) } とする。さらに、ミラー部 3 の中心から Y 方向に伸びる方向を Y 軸と称する。

10

【 0 0 3 2 】

主軸部 4 a、4 b は、ミラー部 3 の外縁において対向する一端と他端とから外側に延びることで、そのミラー部 3 を挟持して支える部材である。かかる主軸部 4 a、4 b は、ミラー部 3 に接する第 1 開孔 H 1、第 2 開孔 H 2 を近接させることにより、基板の一部分を棒状にさせることで形成される。

【 0 0 3 3 】

なお、主軸部 4 a、4 b は、Y 方向に対して交差する方向 (例えば直交方向) に延びている。そこで、この方向を X 方向と称し、主軸部 4 a 側の X 方向を X 方向のプラス { X (+) }、この + 方向に対する逆方向を X 方向のマイナス { X (-) } とする。さらに、主軸部 4 a、4 b に重畳して X 方向に伸びる方向を X 軸 (主軸方向 / X 軸方向) と称する。

20

【 0 0 3 4 】

可動枠 5 は、主軸部 4 a、4 b を保持すること (主軸部 4 a、4 b に繋がること) によってミラー部 3 を保持する部材である。かかる可動枠 5 は、Y 軸を対称軸とするコ字状の開孔 H (第 3 開孔 H 3、第 4 開孔 H 4) と第 1 開孔 H 1、第 2 開孔 H 2 との間に額縁状に残存する基板の残部で形成される。

【 0 0 3 5 】

可動枠 5 の長手方向の平行な二辺は表裏方向 (図 4 の Z 軸方向) に湾曲可能な一对の駆動片 5 1 a、5 1 b であり、それぞれ圧電素子が積層されユニモルフ駆動部 6 a、6 b が形成されている。駆動片 5 1 a、5 1 b の略中央部は固定枠 2 の内縁から突出する支持部 2 a、2 b に繋がっている。

30

【 0 0 3 6 】

可動枠 5 の他の二辺は駆動片 5 1 a、5 1 b の両端部を連結する一对の結合片 5 2 a、5 2 b であり、主軸部 4 a、4 b は回転軸 (X 軸) を通るようにミラー部 3 を支持するとともに、各主軸部 4 a、4 b の端部がそれぞれ結合片 5 2 a、5 2 b の略中央部に繋がっている。即ち、可動枠 5 は駆動片 5 1 a、5 1 b 及び結合片 5 2 a、5 2 b から成る略矩形の環状構造をなしている。

【 0 0 3 7 】

ユニモルフ駆動部 6 a、6 b は、電圧を力に変換するアクチュエータとして機能するものであり、図 4 に示すように、例えば分極処理された P Z T、Z n O、B S T 等の圧電素子 6 1 と、この圧電素子 6 1 を挟持する電極 6 2 が駆動片 5 1 a、5 1 b の表面に貼り付けられることで構成されている。そして、この二枚の電極 6 2 間に、分極反転を起こさない範囲で ± の電圧 (交流電圧) が所定の周波数で印加されることで圧電素子 6 1 がその周波数で伸縮し、その伸縮に応じてユニモルフ駆動部 6 a、6 b が撓む。

40

【 0 0 3 8 】

そして、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b の伸縮変形に応じて駆動片 5 1 a、5 1 b も変形 (撓み変形 / 曲げ変形) し、駆動片 5 1 a、5 1 b の両端に繋がる結合片 5 2 a、5 2 b が傾斜する。本発明の光スキャナ 1 では、この可動枠 5 の変形を利用して、ミラー部 3 が主軸部 4 a、4 b (主軸方向) を基準に正逆回転方向に傾く (揺動可能となる)。なお、詳細については後述する。

【 0 0 3 9 】

50

次に、光スキャナ 1 の製造方法の一例を説明する。光スキャナ 1 は、例えば厚さ 100 μm 程度のシリコン基板を用いて作製される。まず、シリコン基板をフォトレジストとエッチングにより加工して開口 H 1 ~ H 4 を形成することにより、図 3 に示した固定枠 2、ミラー部 3、主軸部 4 a、4 b、可動枠 5 を一体形成する。次に、シリコン基板の表面側に電極 6 2、圧電素子 6 1、電極 6 2 を順に貼り付けてユニモルフ駆動部 6 a、6 b を形成する。そして、ミラー部 3 に反射膜となる金属膜を貼り付けて光スキャナ 1 を製造する。

【 0 0 4 0 】

なお、圧電素子 6 1、電極 6 2、及びミラー部 3 の金属膜は、シリコン基板上に直接薄膜形成することもできる。薄膜形成法としては、スパッタリング法、化学蒸着法 (CVD 法)、ゾルゲル法、エアロゾルデポジション法 (AD 法) などが挙げられるが、エアロゾルデポジション法が好ましい。これによれば、スパッタリング法、CVD 法、ゾルゲル法に比べてエッチング工程等が省略でき、成膜速度の向上、工程短縮が可能となる。なお、エアロゾルデポジション法とは、あらかじめ他の手法で準備された微粒子、超微粒子原料をガスと混合してエアロゾル化し、減圧雰囲気下でノズルを通して基板に噴射して被膜を形成する技術のことを示している。

10

【 0 0 4 1 】

次に、本実施形態の光スキャナ 1 におけるミラー部 3 の偏向動作について、図 5 ~ 図 7 を用いながら説明する。図 5 A は第 1 実施形態の光スキャナの斜視図、図 5 B はミラー部が正方向に偏向した状態を示す光スキャナの斜視図、図 6 A は図 3 における B - B' 線矢視断面図、図 6 B は図 3 における C - C' 線矢視断面図、図 7 A は図 3 における D - D' 線矢視断面図、図 7 B は図 3 における E - E' 線矢視断面図である。

20

【 0 0 4 2 】

図 3 の光スキャナ 1 は、主軸部 4 a、4 b (主軸方向) を基準にミラー部 3 を回動させる。そこで、主軸方向周りの一方向 (X (+) から X (-) に向けて時計回りの回転) を正回転、正回転に対して逆方向の回転 (反時計回りの回転) を逆回転とする (正回転方向を P、逆回転方向を R で図示)。

【 0 0 4 3 】

また、X 方向及び Y 方向に対して垂直な方向を Z 方向 (撓み方向) として図示し、便宜上、ミラー部 3 の光を受光する側を Z 方向のプラス { Z (+) }、この + 方向に対する逆方向を Z 方向のマイナス { Z (-) } とする。さらに、X 軸と Y 軸との交点から Z 方向に伸びる方向を Z 軸と称する。

30

【 0 0 4 4 】

図 5 A の状態からミラー部 3 が正回転する場合、ユニモルフ駆動部 6 a には圧電素子 6 1 を縮ませる電圧が印加される。このような電圧が印加されると、図 6 A に示すように、ユニモルフ駆動部 6 a が貼り付けられた駆動片 5 1 a が Z (-) 側を凸に撓む。その結果、駆動片 5 1 a の両端部は Z (+) に跳ね上がる。

【 0 0 4 5 】

一方、ユニモルフ駆動部 6 b には圧電素子 6 1 を伸ばす電圧 (ユニモルフ駆動部 6 a 側に印加される電圧とは逆位相の電圧) が印加される。このような電圧が印加されると、図 6 B に示すように、ユニモルフ駆動部 6 b が貼り付けられた駆動片 5 1 b が、Z (+) 側を凸に撓む。その結果、駆動片 5 1 b の両端部は Z (-) に垂れ下がる。

40

【 0 0 4 6 】

これにより、可動枠 5 は支持部 2 a、2 b を支点として図 5 B のように変形し、図 7 A 及び図 7 B に示すように、結合片 5 2 a、5 2 b はユニモルフ駆動部 6 a 側 { Y (-) 側 } が Z (+) に押し上げられ、ユニモルフ駆動部 6 b 側 { Y (+) 側 } が Z (-) に押し下げられる。そして、図 5 B に示すように、結合片 5 2 a、5 2 b に繋がる主軸部 4 a、4 b 及びミラー部 3 が正回転する。

【 0 0 4 7 】

逆に、図 5 A の状態からミラー部 3 が逆回転する場合は、ユニモルフ駆動部 6 a の圧電

50

素子 6 1 を伸ばす電圧が印加されるとともに、ユニモルフ駆動部 6 b の圧電素子 6 1 を縮ませる電圧が印加される。このような電圧が印加されると、駆動片 5 1 a、5 1 b は図 6 A 及び図 6 B と逆方向に撓む。

【 0 0 4 8 】

そして、駆動片 5 1 a、5 1 b の撓みに伴い、結合片 5 2 a、5 2 b の Y (+) 側が押し上げられるとともに Y (-) 側が押し下げられる。即ち、結合片 5 2 a、5 2 b が図 7 A 及び図 7 B と逆方向に傾斜することで、主軸部 4 a、4 b 及びミラー部 3 も図 5 B と逆方向に回転する。上述した動作を交互に繰り返すような交流電圧を一定の周波数で印加することにより、ミラー部 3 を回転軸 (X 軸) を中心に所定の周波数で偏向させることが可能となる。

10

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、駆動片 5 1 a、5 1 b の両端が結合片 5 2 a、5 2 b により連結されており、可動枠 5 が環状構造をなしている。そして、駆動片 5 1 a、5 1 b は略中央部において固定枠 2 の支持部 2 a、2 d に繋がっている。その結果、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b の伸縮により駆動片 5 1 a、5 1 b が湾曲したとき、最も変位量が多い両端部が自由に撓むこととなる。また、支持部 2 a、2 d は最も変位量が少ない略中央部の位置変化を保持するのみである。

【 0 0 5 0 】

従って、固定枠 2 に可動枠の端部が固定されていた従来の構成 (図 1 2 参照) に比べて、駆動片 5 1 a、5 1 b が湾曲したとき固定枠 2 から受ける反力が小さくなり、固定枠 2 の変形による駆動片 5 1 a、5 1 b の変位量のロスが抑制されるため、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b の僅かな変位で駆動片 5 1 a、5 1 b を大きく変位させてミラー部 3 の偏向角をより大きくすることができる。

20

【 0 0 5 1 】

また、従来の構成では、ミラー部 3 を回転駆動させるためのユニモルフ駆動部が最低 4 個必要であったのに対し、本発明の光スキャナ 1 では 2 個のユニモルフ駆動部 6 a、6 b で構成可能となる。これにより、圧電素子の特性のバラツキに起因するユニモルフ駆動部の駆動性能の信頼性を高めることができ、ユニモルフ駆動部を構成する電極 6 2 へ電圧を印加するための配線も簡略化できる。

【 0 0 5 2 】

さらに、高い加工精度や組立精度、及び圧電素子の特性の均一性を必要とすることなく、ミラー偏向時の回転軸 (主軸部 4 a、4 b) のずれや傾きを最小限に抑えることができ、光スキャナ 1 の製造コストも低減可能となる。

30

【 0 0 5 3 】

図 8 は、本発明の第 2 実施形態に係る光スキャナの平面図である。本実施形態では、結合片 5 2 a、5 2 b の主軸部 4 a、4 b が連結されている部分を挟んで両側に、ミラー偏向時の回転軸 (主軸部 4 a、4 b) に平行な切り込み 9 (屈曲部) が形成されている。切り込み 9 は、可動枠 5、主軸部 4 a、4 b、及びミラー部 8 を一体形成する際に例えばエッチング加工により形成される。

【 0 0 5 4 】

図 9 A は図 8 における D - D ' 線矢視断面図、図 9 B は図 8 における E - E ' 線矢視断面図である。図 9 A 及び図 9 B では、図 7 と同様にミラー部 3 を正回転させた状態を示している。なお、ミラー部 3 の偏向動作については図 5 乃至図 7 に示した第 1 実施形態の光スキャナ 1 と同様であるため説明は省略する。

40

【 0 0 5 5 】

本実施形態の光スキャナ 1 では、駆動片 5 1 a、5 1 b を湾曲させて結合片 5 2 a、5 2 b を傾斜させる場合、結合片 5 2 a、5 2 b は切り込み 9 で他の部分に比べて柔軟な構造となるため屈曲可能となり、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b の Z 軸方向の変位量が僅かであっても主軸部 4 a、4 b 及びそれに繋がるミラー部 3 を回転軸 (X 軸) 周りに大きく回転させることができる。このとき、切り込み 9 を主軸部 4 a にできるだけ近接して設けて

50

おけば、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b の変位量に対する主軸部 4 a、4 b の回転角（偏向角）をより大きくすることができる。

【0056】

なお、回転角とは、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b の影響を受けることなく不動状態にあるミラー部 3 と、変動するミラー部 3 との間に生じる角度のことである。

【0057】

なお、切り込み 9 の長さや幅、及び配置については、光スキャナ 1 の材料となるシリコン基板の厚みや結合片 5 2 a、5 2 b に要求される湾曲性に応じて適宜設定することができる。また、切り込み 9 に代えて、結合片 5 2 a、5 2 b に主軸部 4 a、4 b と平行な溝やスリットを設けても良い。

10

【0058】

以上、第 1 及び第 2 実施形態の光スキャナ 1 について説明したが、光スキャナの構成は本実施形態の構成に限る趣旨ではなく、本発明の目的を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。例えば、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b の形状やサイズ（面積）は特に限定されない。例えば、図 3 及び図 8 に示すように、矩形状のユニモルフ駆動部 6 a、6 b であってもよいし、台形状等の他の形状であってもよい。

【0059】

また、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b のサイズは、駆動片 5 1 a、5 1 b の一面内に含まれる程度の面積であってもよいし（駆動片 5 1 a、5 1 b の面積よりも小さい面積；図 3 及び図 8 参照）、駆動片 5 1 a、5 1 b の一面よりも大きな面積であってもよい。ただし、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b のサイズが大きいほど、駆動片 5 1 a、5 1 b を撓ませる力は大きくなるので望ましいといえる。

20

【0060】

また、上記実施形態では、駆動片 5 1 a、5 1 b を駆動する駆動手段として圧電ユニモルフ構造を有するユニモルフ駆動部を例に挙げて説明したが、駆動片 5 1 a、5 1 b を変形させる部材（駆動部）は、駆動片 5 1 a、5 1 b の両面に圧電素子 6 1 及び電極 6 2 を積層したバイモルフ構造の駆動部を用いても良い。また、ミラー部の駆動方式は圧電素子を用いた圧電駆動方式に限らず、電磁方式や静電方式等の他の駆動方式を用いることもできる。

【0061】

30

例えば、図 10 に示すように、ユニモルフ駆動部 6 a、6 b に代えて、電磁コイル 1 0 と永久磁石 1 1 とから成る電磁ユニット 1 3 を駆動手段としてもよい。このような電磁ユニット 1 3 は、可動枠 5（駆動片 5 1 a、5 1 b）上に電磁コイル 1 0 を形成し、永久磁石 1 1 を駆動片 5 1 a、5 1 b の上又は下、若しくは上下に設け、電磁コイル 1 0 と永久磁石 1 1 の間に電磁力を発生させて駆動片 5 1 a、5 1 b を撓ませ、ミラー部 3 を回転させる。なお、ここでは可動枠 5 の一部（駆動片 5 1 a の一端）のみを図示しているが、駆動片 5 1 a の他端及び駆動片 5 1 b についても同様の構成である。

【0062】

また、2 個の電極から成る静電ユニットが駆動部であってもよい。このような静電ユニットでは、駆動片 5 1 a、5 1 b の一面に一方の電極を配置するとともに、駆動片 5 1 a、5 1 b から所定の間隔を隔てて他方の電極を配置し、両電極によって生じる静電力で駆動片 5 1 a、5 1 b を撓ませる。

40

【0063】

また、上記各実施形態では一枚のシリコン基板からマスキング及びエッチングにより光スキャナ 1 の各部材を一体形成することとしたが、光スキャナ 1 の製法は上述した方法に限定されず、固定枠 2、ミラー部 3、可動枠 5 等の各部材を別個に作成した後、接合することも可能である。

【0064】

なお、説明してきた光スキャナ 1 を搭載する光学機器は、種々想定される。例えば、図 1 に示したプロジェクタ（画像投影装置）の他、コピー機やプリンタ等の画像形成装置が

50

一例として挙げられる。また、光スキャナ以外のマイクロスキャナとしては、ミラー部 3 に代えてレンズ（屈曲光学系）が搭載されたものや、光源（発光素子）が搭載されたものが挙げられる。

【産業上の利用可能性】

【0065】

以上説明したように本発明のマイクロスキャナによれば、可動枠が平行な一对の駆動片と駆動片の両端を連結する一对の結合片から成る環状構造となっており、駆動片の略中央部が固定枠に支持されている。このため、構成が簡単で駆動性能の信頼性も高く、高速且つ広角度に変動部を回転できるマイクロスキャナを提供することができる。更に、そのような条件で使用しても十分な耐久性を有するため、光走査装置に搭載することにより、高速に光走査を行う必要があるプロジェクタ等の画像表示装置や高速 L B P への適用が可能となる。また、光走査装置及びそれが搭載される画像表示装置の小型化、低コスト化にも寄与する。

10

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】は、本発明の画像表示装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】は、色合成プリズムを用いない画像表示装置の構成例を示す説明図である。

【図3】は、本発明の第1実施形態に係る光スキャナの構成を示す平面図である。

【図4】は、図3の B - B ' 線矢視断面図である。

【図5】は、

20

【図6】は、図3の B - B ' 線矢視断面図（図6（A））、及び C - C ' 線矢視断面図（図6（B））を示しており、ミラー部が正回転する際の各駆動片の動作を示す。

【図7】は、図3の D - D ' 線矢視断面図（図7（A））、及び E - E ' 線矢視断面図（図7（B））を示しており、ミラー部が正回転する際の各結合片の動作を示す。

【図8】は、本発明の第2実施形態に係る光スキャナの平面図である。

【図9】は、図8の D - D ' 線矢視断面図（図9（A））、及び E - E ' 線矢視断面図（図9（B））を示しており、ミラー部が正回転する際の各結合片の動作を示す。

【図10】は、駆動手段として電磁方式を採用した光スキャナの部分平面図である。

【図11】は、従来の光スキャナの斜視図である。

【図12】は、図11とは異なる従来の光スキャナの平面図である。

30

【図13】は、図12の A - A ' 線矢視断面図である。

【符号の説明】

【0067】

- 1 光スキャナ（マイクロスキャナ）
- 2 固定枠
- 2 a、2 b 支持部
- 3 ミラー部（変動部）
- 4 a、4 b 主軸部
- 5 可動枠
- 6 a、6 b ユニモルフ駆動部（駆動手段）
- 9 切り込み（屈曲部）
- 10 電磁コイル
- 11 永久磁石
- 13 電磁ユニット（駆動手段）
- 21 ~ 23 光源
- 24 色合成プリズム
- 40 光走査装置
- 51 a、51 b 駆動片
- 52 a、52 b 結合片
- 61 圧電素子

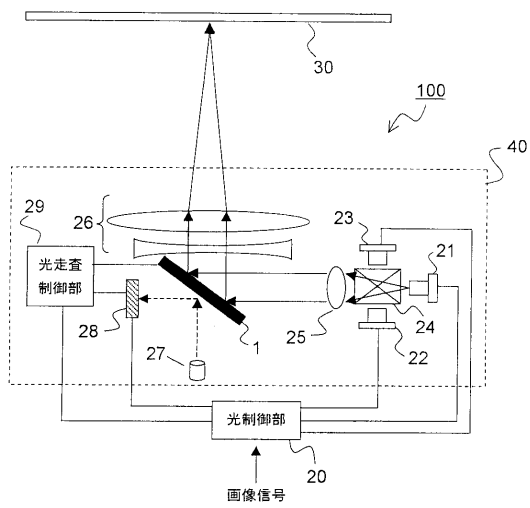
40

50

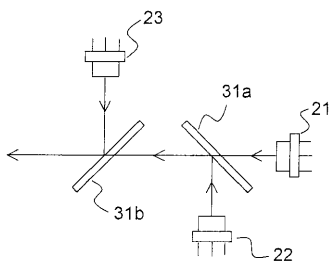
6 2
1 0 0

電極
プロジェクタ

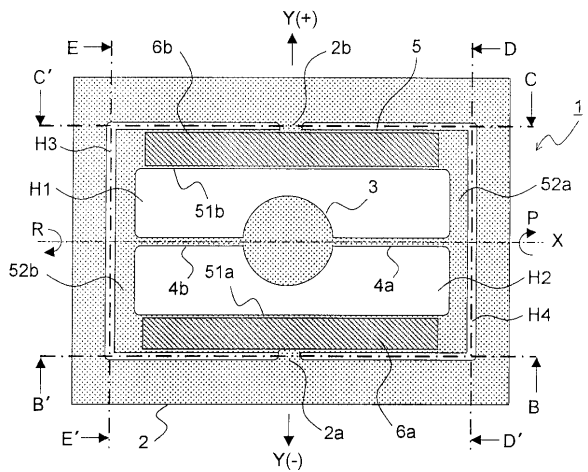
【図1】



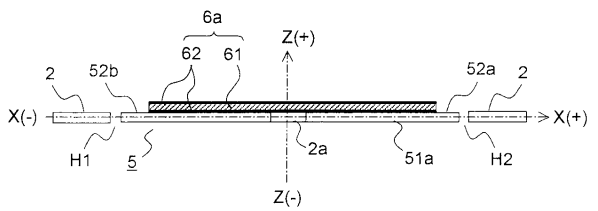
【図2】



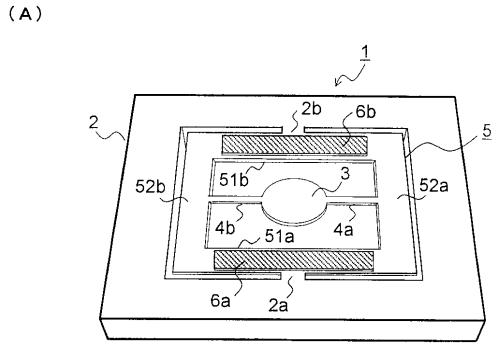
【図3】



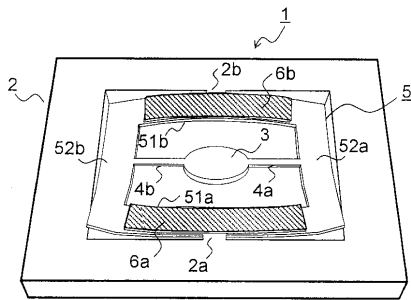
【図4】



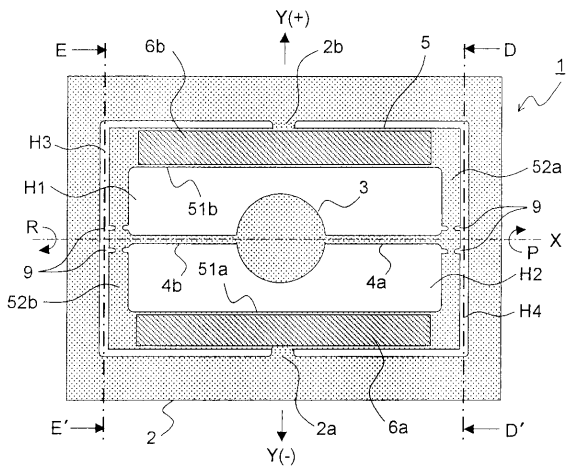
【図5】



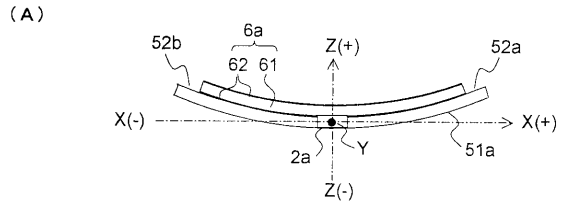
(B)



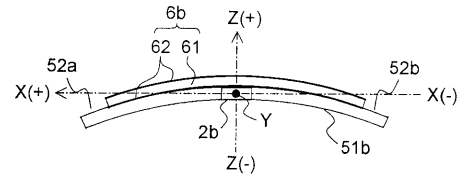
【図8】



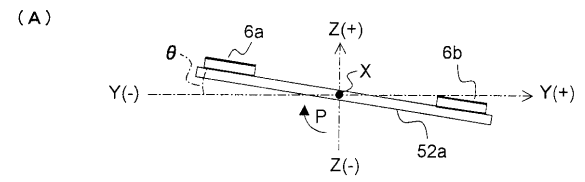
【図6】



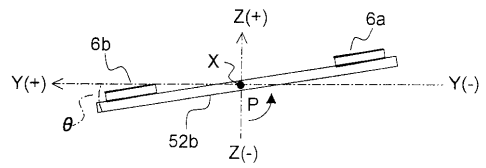
(B)



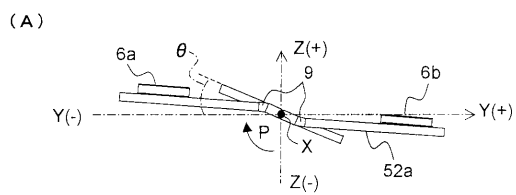
【図7】



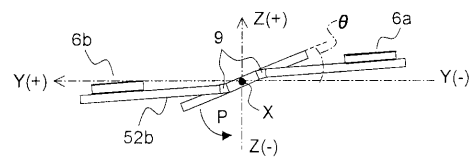
(B)



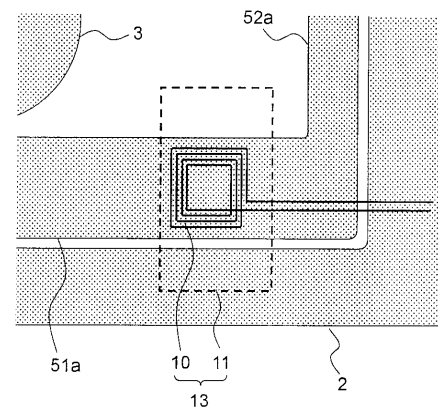
【図9】



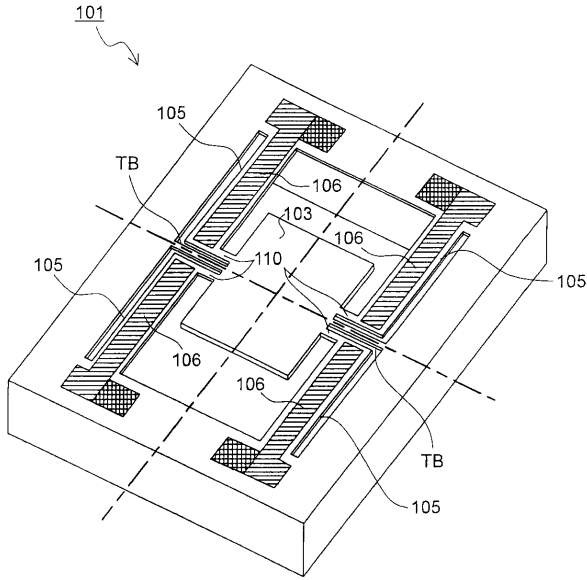
(B)



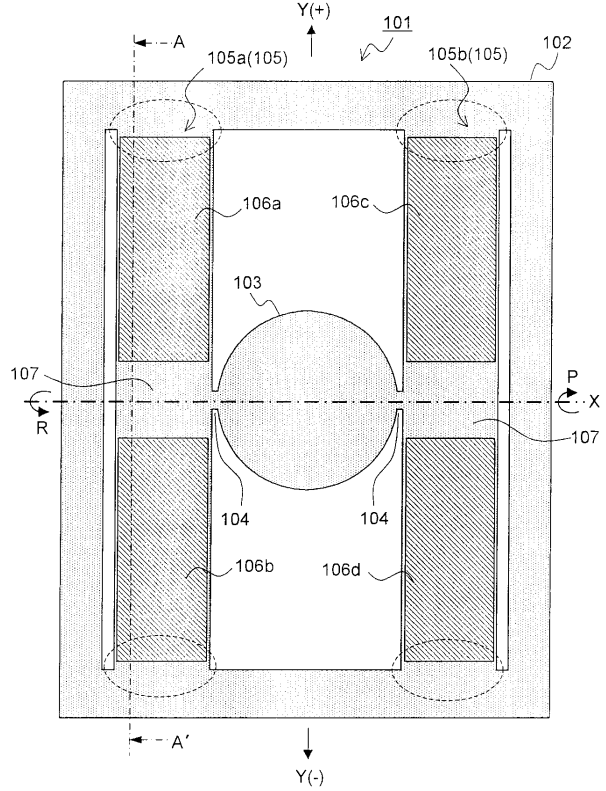
【図10】



【図 1 1】

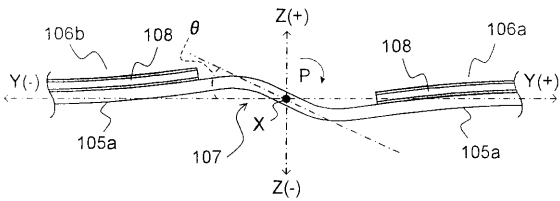


【図 1 2】

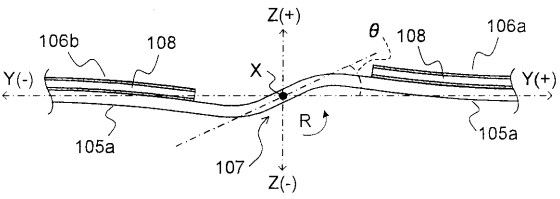


【図 1 3】

(A)



(B)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-128147(JP,A)
特開2003-209981(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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