

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-69954
(P2011-69954A)

(43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)

| (51) Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード (参考) | | |
|--------------|--------------|------------------|------|-------|------|-------------|--|--|
| GO2B | 26/10 | (2006.01) | GO2B | 26/10 | 104Z | 2H045 | | |
| GO2B | 26/08 | (2006.01) | GO2B | 26/08 | E | 2H141 | | |
| HO4N | 1/036 | (2006.01) | HO4N | 1/036 | Z | 3C081 | | |
| B81B | 3/00 | (2006.01) | B81B | 3/00 | | 5C051 | | |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-220223 (P2009-220223)
(22) 出願日 平成21年9月25日 (2009.9.25)

(71) 出願人 00005267
ブラザー工業株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号
(72) 発明者 中村 博親
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

Fターム(参考) 2H045 AB06 AB24 AB62 AB73 AB81
CB65
2H141 MA12 MC09 MD12 MD16 MD20
MF10 MG03 MG06 MG07 MZ03
MZ06 MZ16 MZ19 MZ25
3C081 AA13 BA28 BA44 BA46 BA47
BA55 EA08
5C051 AA02 CA07 DB02 DB24 DB30
DC02 DC04 DC05 DC07

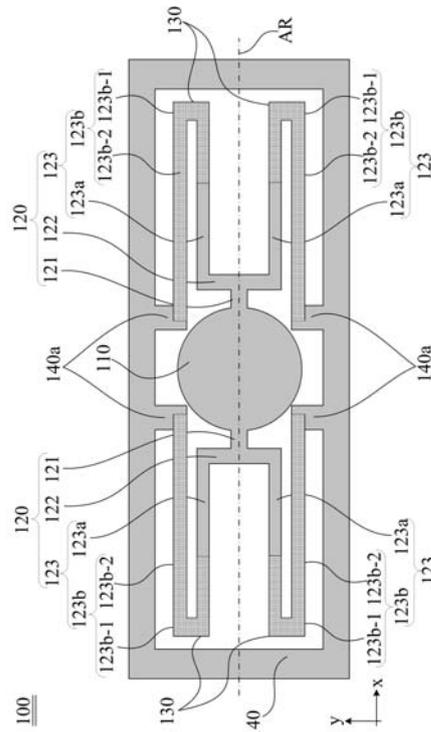
(54) 【発明の名称】 光スキャナ

(57) 【要約】

【課題】 大きなミラー部の変位量を得られる光スキャナを提供すること。

【解決手段】 光スキャナ100は、ミラー部110、支持梁120、固定部140及び圧電駆動部130を備える。ミラー部110は、揺動軸線ARの周りに揺動される。支持梁120は、ミラー部110から延出する。支持梁120は、固定部140に連結される。圧電駆動部130は、固定部140から支持梁120の一部に亘って設けられる。支持梁120は、揺動軸線ARに対して対称配置され、固定部140に接続される一対の梁部分123を有する。一対の梁部分123は、第1部分123aと、屈曲部分123bとを有する。第1部分123aは、ミラー部110から離れる方向に、揺動軸線ARに沿って伸張する。屈曲部分123bは、第1部分123aに接続され、揺動軸線ARから離間する方向及び揺動軸線ARに沿う方向に屈曲する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

揺動軸線の周りに揺動され、入射する光を所定方向に走査するミラー部と、
 前記ミラー部から延出する支持梁と、
 前記支持梁が連結される固定部と、
 前記固定部から前記支持梁の一部に亘って設けられ、前記ミラー部及び前記支持梁を揺動駆動させる圧電駆動部とを備え、
 前記支持梁は、
 前記揺動軸線に対して対称になるように配置され、前記固定部に接続される一対の梁部分を有し、
 前記一対の梁部分は、
 前記ミラー部から離れる方向に、前記揺動軸線に沿って伸張する第 1 部分と、
 前記第 1 部分に接続され、前記揺動軸線を含む平面上で前記揺動軸線から離間する方向及び前記揺動軸線に沿う方向に屈曲し、前記固定部に接続される屈曲部分を有する、
 ことを特徴とする光スキャナ。

10

【請求項 2】

前記屈曲部分は、
 その一端が前記第 1 部分に接続され、前記揺動軸線から離間する方向に伸張する第 2 部分と、
 その一端が前記第 2 部分の他端に接続され、前記ミラー部に近づく方向に、前記揺動軸線に沿って伸張し、その他端が前記固定部に接続される第 3 部分とを有する、
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の光スキャナ。

20

【請求項 3】

前記第 3 部分は、
 前記第 3 部分の前記揺動軸線に沿う方向の長さが、前記第 1 部分の前記揺動軸線に沿う方向の長さよりも長くなるように形成される、
 ことを特徴とする請求項 2 に記載の光スキャナ。

【請求項 4】

前記圧電駆動部は、少なくとも前記固定部から前記第 3 部分を介して前記第 2 部分に亘って設けられる、
 ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の光スキャナ。

30

【請求項 5】

前記支持梁はさらに、
 前記ミラー部にその一端が接続され、前記揺動軸線に沿う方向に伸長するミラー接続部分と、
 前記ミラー接続部分の他端に接続され、前記揺動軸線を含む平面上で前記揺動軸線に直交する方向に伸長する梁接続部分とを有し、
 前記第 1 部分は、
 その一端が前記梁接続部分の両端の夫々に接続され、
 その他端が前記第 2 部分の一端に接続される、
 ことを特徴とする請求項 2 ~ 4 の何れか 1 項に記載の光スキャナ。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザープリンタや画像表示装置に用いられる光スキャナ、特に MEMS ミラーを有する光スキャナに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、レーザープリンタや光を走査して画像を表示する画像表示装置等には、光スキャナが利用されてきた。一般に、この光スキャナとしては、ポリゴンミラーを用いるものや

50

ガルバノミラー、MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) ミラーを用いるものが存在する。特に、MEMSミラーを用いた光スキャナは、光の反射面が一面だけで良く、またミラー、トーションバー、支持枠を一体加工できるので、ポリゴンミラー及びガルバノミラーを用いた光スキャナに対し小型化、軽量化が可能になる。

【0003】

MEMSミラーを用いた光スキャナ（以下、単に光スキャナとも表記する）の機械的構造に関する発明が、今日までに多く出願されている。その一例として、特許文献1に記載された光スキャナを図6に示す。光スキャナ500は、基体510と台座520とに分けられる。基体510の中心には、ミラー部511が位置する。ミラー部511は一对の第1弾性梁512によって両持支持される。一对の第1弾性梁512は、二股に分かれた第2弾性梁513に夫々接続される。第2弾性梁513は、固定部514に接続される。ミラー部511、第1弾性梁512及び第2弾性梁513を揺動させるための圧電駆動部530は、第2弾性梁513の上面から固定部514に亘り形成される。台座520は、固定部514と台座接合部521とが接合されるようにして、基体510の下に設けられる。

10

【0004】

光スキャナ500の動作を説明する。圧電駆動部530に含まれる圧電素子は、電圧が印加されることで分極する。圧電素子の分極によって、圧電駆動部530は、第2弾性梁513の長手方向へ伸び、又は縮む。圧電駆動部530は第2弾性梁513及び固定部514に固定されているので、圧電駆動部530の伸縮は、第2弾性梁513が基体510の厚み方向に変形する撓み変形に変換される。即ち、圧電駆動部530は、ユニモルフとして働く。第2弾性梁513の撓み変形は、第1弾性梁512と第2弾性梁513との連結位置を介して、第1弾性梁512、第2弾性梁513及びミラー部511を揺動させるための回転トルクに変換される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-57586号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

例えば光スキャナが画像表示装置に用いられる場合、表示画像の画角はミラー部の変位量に依存する。従って、大きな画像や精緻な画像を表示するためには、ミラー部の変位量は大きいほど望ましい。

【0007】

本発明は、大きなミラー部の変位量を得られる光スキャナ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】

【0008】

40

本発明を反映した第1の課題解決手段は、揺動軸線の周りに揺動され、入射する光を所定方向に走査するミラー部と、前記ミラー部から延出する支持梁と、前記支持梁が連結される固定部と、前記固定部から前記支持梁の一部に亘って設けられ、前記ミラー部及び前記支持梁を揺動駆動させる圧電駆動部とを備え、前記支持梁は、前記揺動軸線に対して対称になるように配置され、前記固定部に接続される一对の梁部分を有し、前記一对の梁部分は、前記ミラー部から離れる方向に、前記揺動軸線に沿って伸張する第1部分と、前記第1部分に接続され、前記揺動軸線を含む平面上で前記揺動軸線から離間する方向及び前記揺動軸線に沿う方向に屈曲し、前記固定部に接続される屈曲部分を有する、ことを特徴とする。

【0009】

50

本発明を反映した第2の課題解決手段は、前記屈曲部分は、その一端が前記第1部分に接続され、前記揺動軸線から離間する方向に伸張する第2部分と、その一端が前記第2部分の他端に接続され、前記ミラー部に近づく方向に、前記揺動軸線に沿って伸張し、その他端が前記固定部に接続される第3部分とを有する、ことを特徴とする。

【0010】

本発明を反映した第3の課題解決手段は、前記第3部分は、前記第3部分の前記揺動軸線に沿う方向の長さが、前記第1部分の前記揺動軸線に沿う方向の長さよりも長くなるように形成される、ことを特徴とする。

【0011】

本発明を反映した第4の課題解決手段は、前記圧電駆動部は、少なくとも前記固定部から前記第3部分を介して前記第2部分に亘って設けられる、ことを特徴とする。

10

【0012】

本発明を反映した第5の課題解決手段は、前記支持梁はさらに、前記ミラー部にその一端が接続され、前記揺動軸線に沿う方向に伸張するミラー接続部分と、前記ミラー接続部分の他端に接続され、前記揺動軸線を含む平面上で前記揺動軸線に直交する方向に伸張する梁接続部分とを有し、前記第1部分は、その一端が前記梁連結部分の両端に接続され、その他端が前記第2部分の一端に接続される、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明を反映した第1の課題解決手段では、一对の梁部分が屈曲部分を有するので、後記する実施形態に示されるように、大きなミラー部の変位量を得ることが可能になる。

20

【0014】

本発明を反映した第2の課題解決手段では、屈曲部分は、揺動軸線から離間する方向に伸張する第2部分と、ミラー部に近づく方向に揺動軸線に沿って伸張する第3部分とを有する。換言すれば、一对の梁部は、第1部分によってミラー部から離間し、第2部分及び第3部分によってミラー部に近づく方向に1回折り返されている構成である。後記する実施形態に示されるように、屈曲部分の折り返される回数は、1回の場合において大きなミラー部の変位量を得ることが可能になる。

【0015】

本発明を反映した第3の課題解決手段では、第3部分の揺動軸線に沿う方向の長さが、第1部分の前記揺動軸線に沿う方向の長さよりも長くなる。この構成によって、後記する実施形態に示されるように、大きなミラー部の変位量を得ることが可能になる。

30

【0016】

本発明を反映した第4の課題解決手段では、圧電駆動部が、少なくとも固定部から第2部分に亘って設けられる。この構成によって、圧電駆動部で発生した動力を、効率よくミラーに伝達することが可能になる。従って、大きなミラー部の変位量を得ることが可能になる。

【0017】

本発明を反映した第5の課題解決手段では、支持梁が、ミラー接続部分と、梁接続部分とを含む。一对の梁部は、圧電駆動部で発生した動力によって、撓み変形をする。この撓み変形は、梁連結部分を介することで、ミラー部の揺動に効率良く変換される。従って、これらの構成を屈曲部分に加えて有することによって、さらに大きなミラー部の変位量を得ることが可能になる。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る、光スキャナ100の平面図。

【図2】第1の実施形態に係る、屈曲部分123bの折り返し回数を変化させた場合の、支持梁120周辺の光スキャナ100の平面図。

【図3】第1の実施形態に係る、屈曲部分123bの折り返し回数と光学振れ角との関係を示す図。

50

【図4】第1の実施形態に係る、光スキャナ100の支持梁120周辺の拡大平面図。

【図5】第1の実施形態に係る、第3部分123b-2の長さとお光学振れ角との関係を示す図。

【図6】第1の実施形態の変形例である光スキャナ200の平面図。

【図7】特許文献1における従来の光スキャナの一例を示した図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

<第1の実施形態>

[光スキャナ100の構成]

図1は、本発明第1の実施形態に係る光スキャナ100の平面図である。x方向は、光スキャナ100の揺動軸線ARに平行な方向である。y方向は、図1における紙面垂直方向である光スキャナ100の厚み方向及びx方向に直交する方向である。光スキャナ100は、ミラー部110、支持梁120、圧電駆動部130及び固定部140を備える。尚、光スキャナ100は、図示しない台座に接着される。以下、図1を用いて、光スキャナ100の個々の構成要素について説明を行う。

10

【0020】

ミラー部110は、入射した光を所定方向に走査するために、揺動軸線ARを中心として揺動可能に構成される。ミラー部110の平面視における形状は、略円形である。

【0021】

支持梁120は、揺動軸線ARに沿う方向に、ミラー部110から延出する。支持梁120は、ミラー部110の中心位置を通過するy方向に平行な仮想軸線に対して線対称になるように、一対設けられる。支持梁120は、ミラー接続部分121、梁連結部分122及び梁部分123を含む。ミラー接続部分121の一端は、ミラー部110に接続される。ミラー接続部分121は、揺動軸線ARに沿う方向に伸長する。ミラー接続部分121は、揺動軸線ARを含むように配置される。梁連結部分122は、ミラー接続部分121の他端に接続され、y方向に伸長する。

20

【0022】

梁部分123は、第1部分123a及び屈曲部分123bを含む。梁部分123は、揺動軸線ARに対して線対称となるように、一対設けられる。第1部分123aの一端は、梁連結部分122の両端に夫々接続される。第1部分123aは、ミラー部110から離れる方向に、揺動軸線ARに沿って伸張する。屈曲部分123bの一端は、第1部分123aの他端に接続される。屈曲部分123bは、揺動軸線ARを含む平面上で揺動軸線ARから離間する方向及び揺動軸線ARに沿う方向に屈曲する。屈曲部分123bの他端は、固定部140の突出部分140aに接続される。

30

【0023】

屈曲部分123bは、梁が揺動軸線ARに沿う方向に折り返されながら、揺動軸線ARから離間する方向に伸長する部分である。屈曲部分123bは、第2部分123b-1及び第3部分123b-2を含む。第2部分123b-1の一端は、第1部分123aの他端に接続される。第2部分123b-1は、揺動軸線ARから離間する方向に伸長する。具体的には、第2部分123b-1は、揺動軸線ARから離間するように、y方向に沿って伸張する。第3部分123b-2の一端は、第2部分123b-1の他端に接続される。第3部分123b-2は、揺動軸線ARに沿って、ミラー部110に近づく方向に伸張する。第3部分123b-2の他端は、固定部140の突出部140aに接続される。

40

【0024】

固定部140は、ミラー部110及び一組の支持梁120の周囲に、四角環状に配置される。即ち、固定部140は、y方向に平行な一対の帯状部と、x方向に平行な一対の帯状部とで構成される。固定部140は、第3部分123b-2が固定されるための、4つの突出部分140aを有する。突出部分140aは、固定部140のy方向に平行な一対の帯状部のミラー部110の近傍から、ミラー部110に近づく方向に突出する。尚、固定部140は、ミラー部110及び支持梁120が揺動される際に、固定端として働く。

50

即ち、固定端として働く機能を有していれば、固定部 140 はどのような形状であっても差し支えない。

【0025】

圧電駆動部 130 は、ミラー部 110 を及び支持梁 120 を揺動駆動する。圧電駆動部 130 は、少なくとも固定部 140 の固定部分 140 a から、第 3 部分 123 b - 2 を介して、第 2 部分 123 b - 1 に亘って設けられる。より具体的には、図 1 において黒点のハッチングで示されるように、圧電駆動部 130 は、第 3 部分 123 b - 2 及び第 2 部分 123 b - 1 を介して、固定部 140 の突出部 140 a から第 1 部分 123 a の一部に亘って設けられる。この構成によって、圧電駆動部 130 で発生した動力を、効率よくミラー部 110 に伝達することが可能になり、大きなミラー部 110 の変位量を得ることが可能になる。尚、圧電駆動部 130 は、図示しない下部電極、圧電素子及び上部電極を含む。

10

【0026】

光スキャナ 100 の作用を説明する。まず、下部電極と上部電極との間に交流電圧が周期的に印加されることにより、分極した圧電素子は x 方向に伸び、又は縮む。圧電駆動部 130 が、固定部 140 の突出部 140 a から第 1 部分 123 a の一部に亘って固定されているので、圧電素子の x 方向の伸縮は、梁部分 123 の光スキャナ 100 の厚み方向への撓み変形に変換される。この撓み変形は、梁連結部分 122 を介して、ミラー部 110 を揺動させるための回転トルクに変換される。ミラー部 110 が揺動されることによって、光スキャナ 100 は、ミラー部 110 に入射する光を所定方向に走査することができる。

20

【0027】

[光スキャナ 100 の製造方法]

光スキャナ 100 の製造方法を説明する。まず、厚さ約 $30\ \mu\text{m}$ ~ $200\ \mu\text{m}$ の薄長矩形のシリコン基材上において、ミラー部 110、支持梁 120 及び固定部 140 に対応する部分に、マスキングのためのレジスト膜が形成される。その後、シリコン基材はエッチングされる。エッチングによって、シリコン基材においてレジスト膜が形成されている部分が、ミラー部 110、支持梁 120 及び固定部 140 として形成される。最後に、レジスト膜が除去されることによって、光スキャナ 100 の外形が形成される。

【0028】

次に、下部電極が、切り抜かれたシリコン基材の上に形成される。具体的には、下部電極は、第 3 部分 123 b - 2 及び第 2 部分 123 b - 1 を介して、固定部 140 から第 1 部分 123 a の一部に亘って、白金 (Pt) や金 (Au) 等を $0.2\ \mu\text{m}$ ~ $0.6\ \mu\text{m}$ の厚さで堆積することで形成される。この堆積には、例えばスパッタや蒸着等の製膜方法が用いられる。

30

【0029】

次に、圧電素子が、前記した下部電極の上に形成される。具体的には、圧電素子は、前記した下部電極の上面に圧電素材を $1\ \mu\text{m}$ ~ $3\ \mu\text{m}$ の厚さで堆積することで形成される。この堆積には、例えばナノサイズの微粒子を吹付けることによって成膜を行うエアロゾルデポジション法 (例えば、特開 2007 - 31737 号公報を参照) 等の製膜方法が用いられる。本実施形態では、圧電素子として、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) が用いられる。

40

【0030】

最後に、上部電極が、圧電素子の上に形成される。具体的には、上部電極は、前記した圧電素子の上面に、白金 (Pt) や金 (Au) 等を $0.2\ \mu\text{m}$ ~ $0.6\ \mu\text{m}$ の厚さで堆積することで形成される。この堆積には、下部電極の場合と同様に、スパッタや蒸着等の製膜方法が用いられる。

【0031】

[折り返し回数と光学振れ角との関係]

本実施形態においては、屈曲部分 123 b が設けられることによって、大きなミラー部

50

110の変位量が得られる。ここでは、この屈曲部分123bにおける梁の折り返し回数を変化させ、折り返し回数とミラーの変位量との関係をシミュレーションによって調べる。

【0032】

図2は、屈曲部分123bにおける折り返し回数を変化させた場合における、光スキャナ100の支持梁120周辺の平面図である。圧電駆動部130は、y方向正側に存在する梁部分123の全面に亘って設けられる。尚、簡略化のため、図2において、固定部140は省略される。

【0033】

図2(A)は、屈曲部分123bの折り返し回数が1回の場合における、支持梁120周辺の平面図である。この場合は、屈曲部分123bが、前記した第2部分123b-1及び第3部分123b-2を含む状態に相当する。

10

【0034】

図2(B)は、屈曲部分123bの折り返し回数が2回の場合における、支持梁120周辺の平面図である。この場合は、屈曲部分123bが、揺動軸線ARから離間する方向に第1部分123aから伸長し、さらにミラー部110に近づくように揺動軸線ARに沿って伸長し、さらに揺動軸線ARから離間する方向に伸長し、さらにミラー部110から離間するように揺動軸線ARに沿って伸長し、その後固定部140に接続する状態である。

【0035】

20

図2(C)は、屈曲部分123bの折り返し回数が3回の場合における、支持梁120周辺の平面図である。この場合は、屈曲部分123bが、揺動軸線ARから離間する方向に第1部分123aから伸長し、さらにミラー部110に近づくように揺動軸線ARに沿って伸長し、さらに揺動軸線ARから離間する方向に伸長し、さらにミラー部110から離間するように揺動軸線ARに沿って伸長し、さらに揺動軸線ARから離間する方向に伸長し、さらにミラー部110に近づくように揺動軸線ARに沿って伸長し、その後固定部140に接続する状態である。

【0036】

図2(D)は、屈曲部分123bの折り返し回数が0回の場合における、支持梁120周辺の平面図である。この場合は、屈曲部分123bが存在しない状態に相当する。図2(D)に示される光スキャナ100は、本発明の実施形態とは言えないが、屈曲部分123bが存在する図2(A)~(C)の場合と比較するために示される。

30

【0037】

図3(A)は、屈曲部分123bにおける折り返し回数を変化させた際の、光学振れ角の変化をシミュレーションによって調べた結果を示す図である。図3(B)は、図3(A)の結果をグラフにした図である。図3(B)において、横軸がミラーの折り返し回数に、縦軸が光学振れ角にそれぞれ対応する。尚、光学振れ角とは、ミラー部110が揺動される場合に、ミラー部110に入射する光が走査される角度のことである。即ち、光学振れ角は、ミラー部の変位量と一対一に対応する。また、全ての場合において、圧電駆動部130には、40Vの交流電圧が印加される。

40

【0038】

図3において、折り返しがない場合(図2(D))よりも、屈曲部分123bが存在する場合の方が、光学振れ角が大きい。即ち、屈曲部分123bが設けられることによって、大きなミラー部110の変位量が得られることが確認される。さらに、光学振れ角は、折り返し回数が1回の場合に最大となる。折り返し回数が2回以上の場合、光学振れ角は、折り返し回数が増加するに従って減少する。即ち、屈曲部分123bの折り返し回数は、1回が最も有効である。

【0039】

[屈曲部分123bの長さとお光学振れ角との関係]

前記した様に、屈曲部分123bの折り返し回数は、1回が最も有効である。ここでは

50

、屈曲部分 1 2 3 b の折り返し回数が 1 回の場合において、屈曲部分 1 2 3 b の x 方向の長さ L_1 と光学振れ角との関係を調べる。図 4 は、光スキャナ 1 0 0 の支持梁 1 2 0 周辺の拡大平面図である。第 1 部分 1 2 3 a の x 方向の長さは、長さ L_1 とされる。第 3 部分 1 2 3 b - 2 の x 方向の長さは、長さ L_2 とされる。圧電駆動部 1 3 0 は、梁部分 1 2 3 の全面に亘って設けられる。尚、簡略化のため、図 4 において、固定部 1 4 0 は省略される。以下、長さ L_2 を長さ L_1 で除した値である折り返し割合 L_2 / L_1 と、光学振れ角との関係を示す。

【 0 0 4 0 】

図 5 (A) は、折り返し割合 L_2 / L_1 を変化させた際の、光学振れ角の変化をシミュレーションによって調べた結果を示す図である。比較のために、折り返し割合 L_2 / L_1 が 0 % の場合の結果も示される。折り返し割合 L_2 / L_1 が 0 % の場合は、図 2 (D) に示される場合と同様に、屈曲部分 1 2 3 b が存在しない状態に相当する。図 5 (B) は、図 5 (A) の結果をグラフにした図である。図 5 (B) において、横軸が折り返し割合 L_2 / L_1 に、縦軸が光学振れ角にそれぞれ対応する。全ての場合において、圧電駆動部 1 3 0 には、4 0 V の交流電圧が印加される。

10

【 0 0 4 1 】

図 5 において、屈曲部分 1 2 3 b 存在しない状態 ($L_2 / L_1 = 0 %$) において、光学振れ角は最小である。そして、折り返し割合 L_2 / L_1 が 2 5 % ~ 5 0 % までは、折り返し割合 L_2 / L_1 が増加するに従って、光学振れ角も増加する。折り返し割合 L_2 / L_1 が 7 5 % の場合において、光学振れ角は、折り返し割合 L_2 / L_1 が 5 0 % の場合よりも減少する。そして、折り返し割合 L_2 / L_1 が 1 0 0 % 以上の領域において、光学振れ角は、折り返し割合 L_2 / L_1 が増加するに従って再び増加する。そして、折り返し割合 L_2 / L_1 が 1 0 0 % 以上の領域における光学振れ角の値は、折り返し割合 L_2 / L_1 が 1 0 0 % 以下の領域における光学振れ角の値よりも大きい。従って、折り返し割合 L_2 / L_1 が 1 0 0 % 以上の領域の場合、換言すれば、第 3 部分 1 2 3 b - 2 の x 方向の長さが、第 1 部分 1 2 3 a の x 方向の長さよりも長くなるように形成される場合、大きな光学振れ角、即ち大きなミラー部の変位量が得られる。

20

【 0 0 4 2 】

< 変形例 >

本発明は、今までに述べた実施形態に限定されることは無く、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の変形・変更が可能である。以下にその変形の一例を述べる。

30

【 0 0 4 3 】

前記した実施形態において、光スキャナ 1 0 0 は、図 1 に示される様に、ミラー部 1 1 0 が一对の支持梁 1 2 0 によって両持支持される形状である。しかし、例えば、ミラー部 1 1 0 が一本の支持梁 1 2 0 によって片持支持される形状であっても良い。要は、梁部分 1 2 3 が屈曲部分 1 2 3 b を有する構成であれば、片持ちでも両持ちでも差し支えない。

【 0 0 4 4 】

前記した実施形態において、光スキャナ 1 0 0 は、図 1 に示される様に、ミラー部 1 1 0 から伸長するミラー接続部分 1 2 1 が梁連結部分 1 2 2 に接続され、その梁連結部分 1 2 2 に一对の梁部分 1 2 3 が接続される。しかし、ミラー接続部分 1 2 1 及び梁連結部分 1 2 2 が省略されても良い。図 6 は、第 1 の実施形態の変形例である光スキャナ 2 0 0 の平面図である。光スキャナ 1 0 0 と同様の構成は、同一の図番を付与することで説明を省略する。支持梁 2 2 0 は、ミラー部 1 1 0 の中心位置を通過する y 方向に平行な仮想軸線に対して線対称になるように、一对設けられる。支持梁 2 2 0 は、ミラー接続部分及び梁連結部分を有さず、一对の梁部分 2 2 3 のみを有する。梁部分 2 2 3 は、第 1 部分 2 2 3 a 及び屈曲部分 2 2 3 b を含む。梁部分 2 2 3 は、揺動軸線 A R に対して線対称となるように、一对設けられる。第 1 部分 2 2 3 a の一端は、ミラー部 1 1 0 に接続される。第 1 部分 2 2 3 a は、ミラー部 1 1 0 から離れる方向に、揺動軸線 A R に沿って伸張する。屈曲部分 2 2 3 b の一端は、第 1 部分 2 2 3 a の他端に接続される。屈曲部分 2 2 3 b は、揺動軸線 A R を含む平面上で揺動軸線 A R から離間する方向及び揺動軸線 A R に沿う方向

40

50

に屈曲する。屈曲部分 2 2 3 b の他端は、固定部 1 4 0 の突出部分 1 4 0 a に接続される。屈曲部分 2 2 3 b は、第 2 部分 2 2 3 b - 1 及び第 3 部分 2 2 3 b - 2 を含む。第 2 部分 2 2 3 b - 1 の一端は、第 1 部分 2 2 3 a の他端に接続される。第 2 部分 2 2 3 b - 1 は、揺動軸線 A R から離間する方向に伸張する。具体的には、第 2 部分 2 2 3 b - 1 は、揺動軸線 A R から離間するように、y 方向に沿って伸張する。第 3 部分 2 2 3 b - 2 の一端は、第 2 部分 2 2 3 b - 1 の他端に接続される。第 3 部分 2 2 3 b - 2 は、揺動軸線 A R に沿って、ミラー部 1 1 0 に近づく方向に伸張する。第 3 部分 2 2 3 b - 2 の他端は、固定部 1 4 0 の突出部 1 4 0 a に接続される。この光スキャナ 2 0 0 も、本発明の意図する範囲に当然含まれる。

【符号の説明】

【0045】

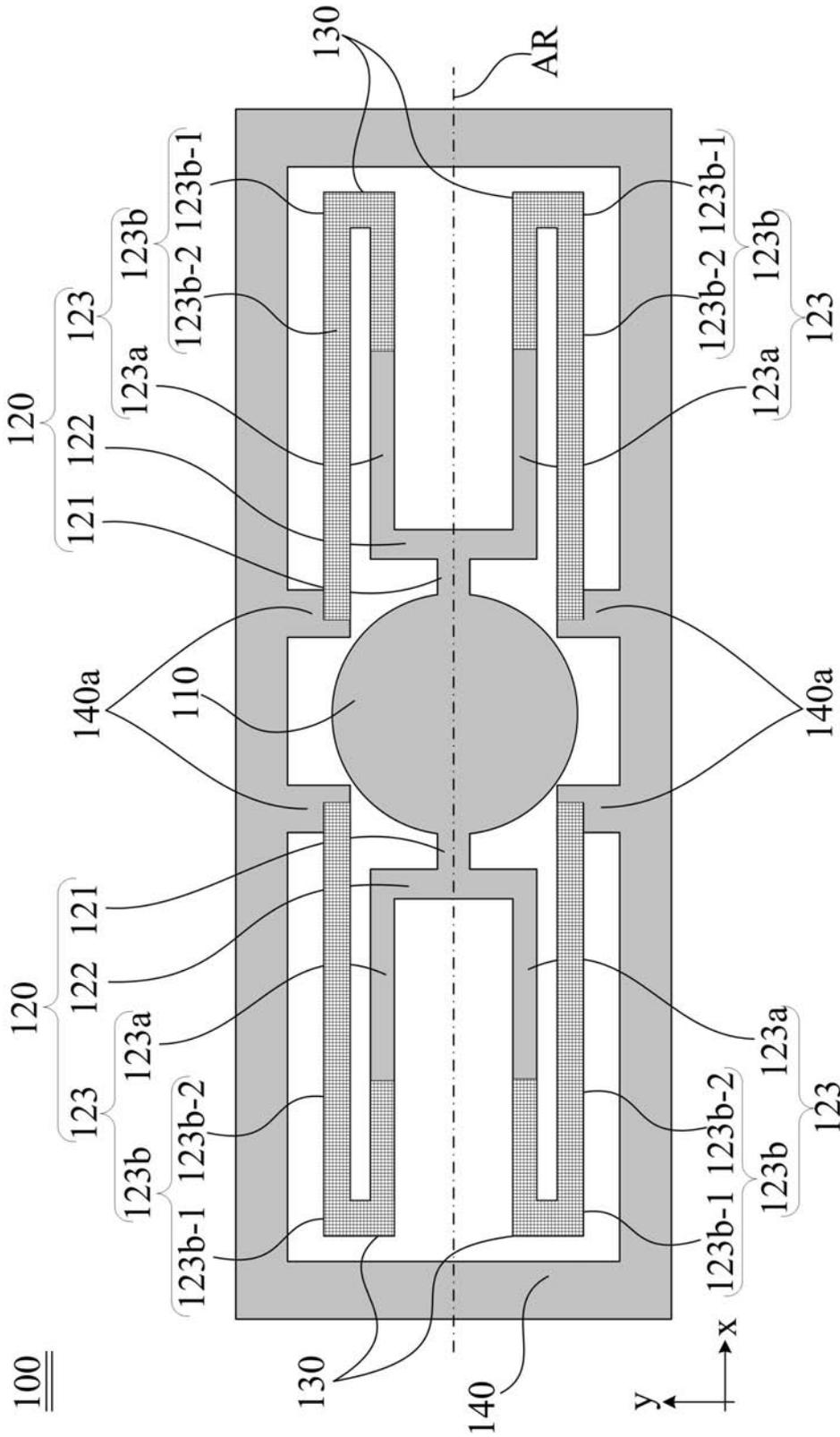
1 0 0 , 2 0 0 , 5 0 0 光スキャナ
 1 1 0 , 5 1 1 ミラー部
 1 2 0 , 2 2 0 支持梁
 1 2 1 ミラー接続部分
 1 2 2 梁連結部分
 1 2 3 , 2 2 3 梁部分
 1 2 3 a , 2 2 3 a 第 1 部分
 1 2 3 b , 2 2 3 b 屈曲部分
 1 2 3 b - 1 , 2 2 3 b - 1 第 2 部分
 1 2 3 b - 2 , 2 2 3 b - 2 第 3 部分
 1 3 0 , 5 3 0 圧電駆動部
 1 4 0 , 5 1 4 固定部
 1 4 0 a 突出部分
 5 1 0 基体
 5 1 2 第 1 弾性梁
 5 1 3 第 2 弾性梁
 5 2 0 台座
 5 2 1 台座接合部
 A R 揺動軸線
 L 1 第 1 部分 1 2 3 a の x 方向の長さ
 L 2 屈曲部分 1 2 3 b の x 方向の長さ

10

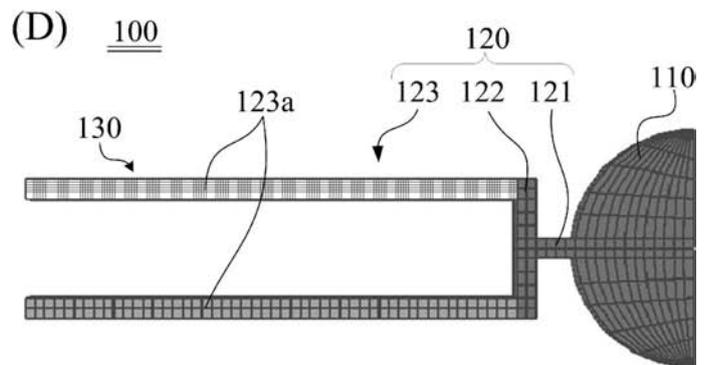
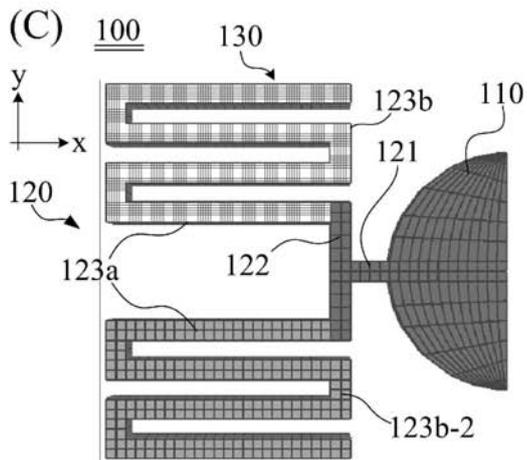
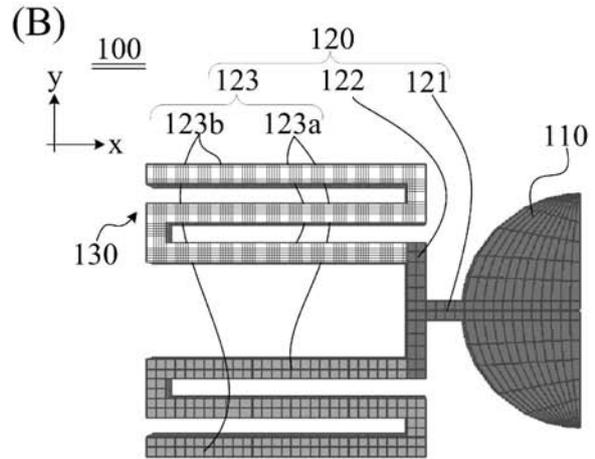
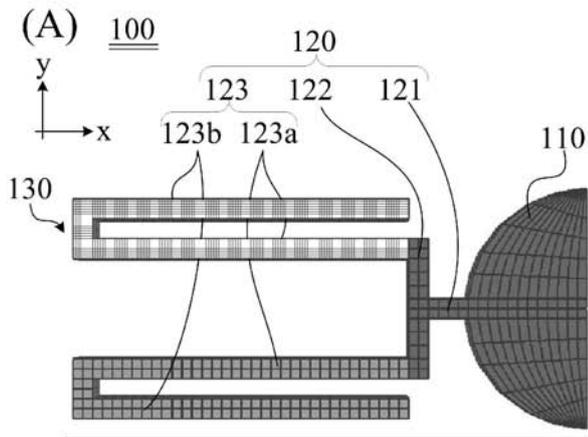
20

30

【図1】



【図 2】



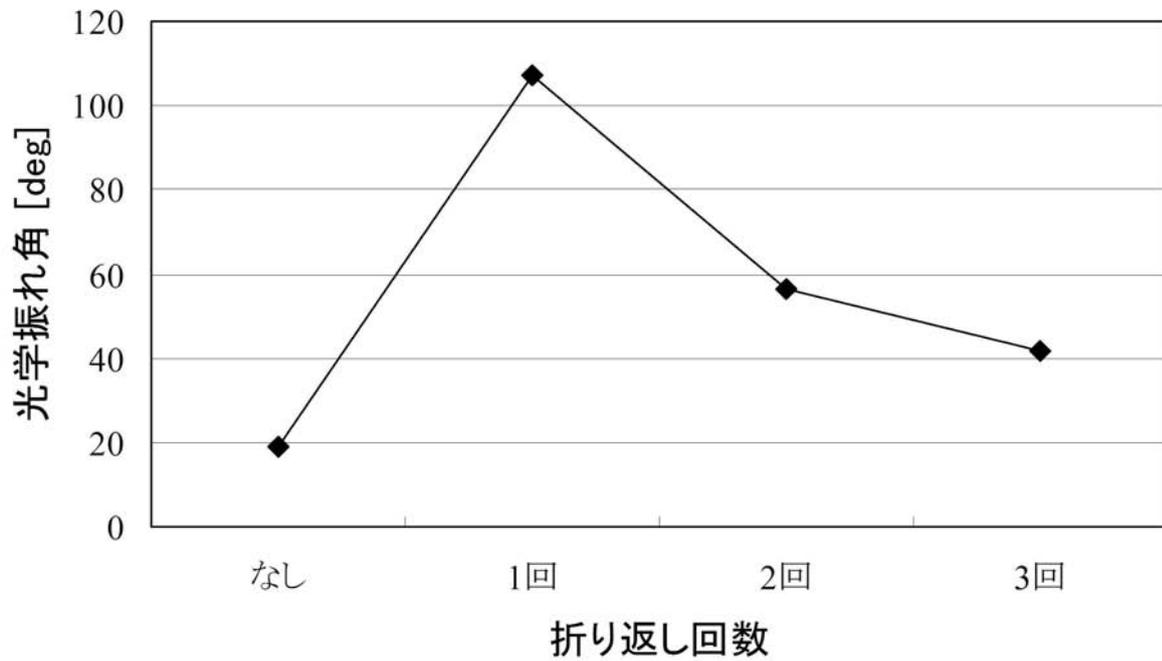
【図3】

(A)

折り返し回数と光学振れ角の関係

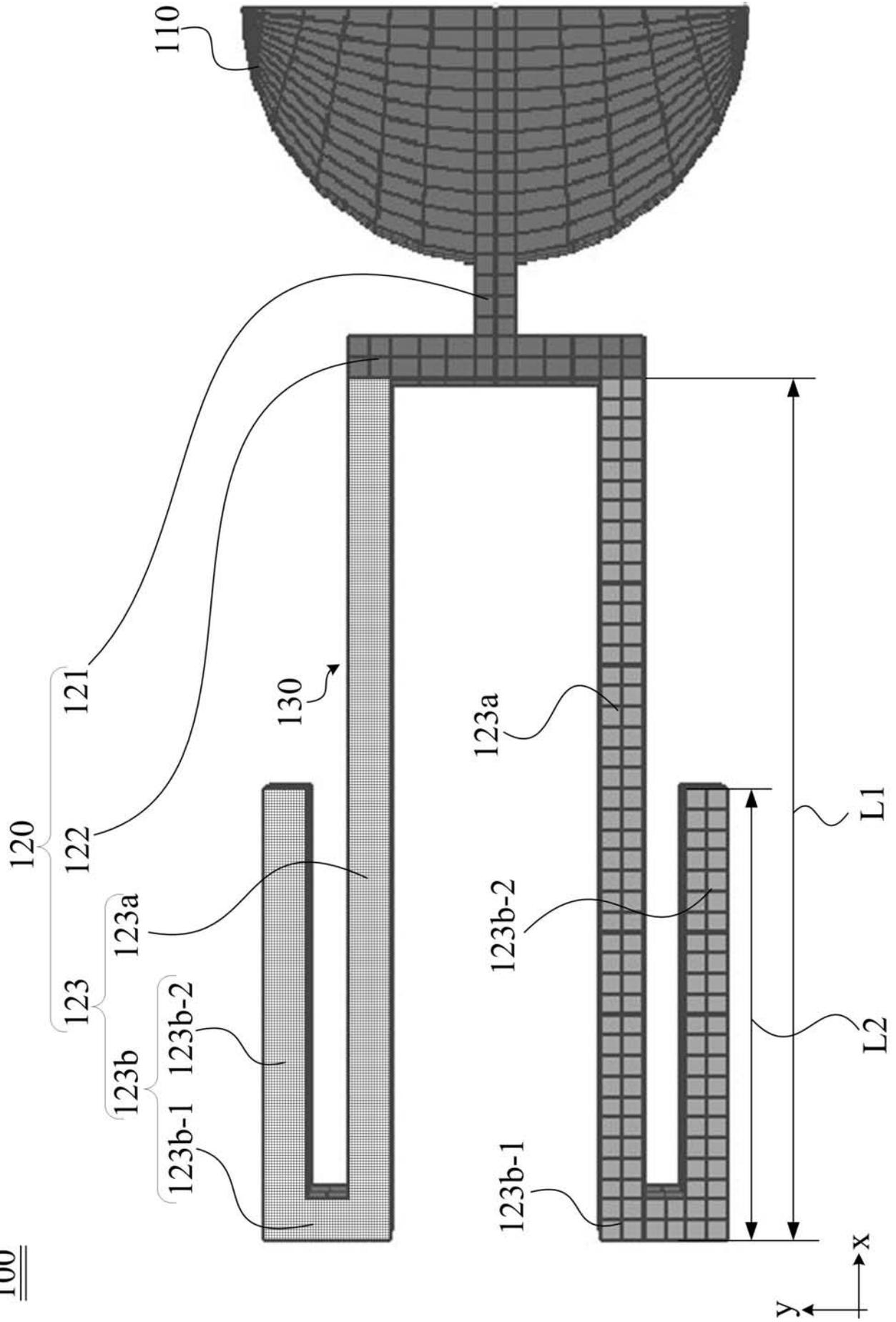
| 折り返し回数 | なし | 1 | 2 | 3 |
|------------|------|-------|------|------|
| 光学振れ角[deg] | 18.8 | 107.1 | 56.7 | 41.6 |

(B)



【 図 4 】

100



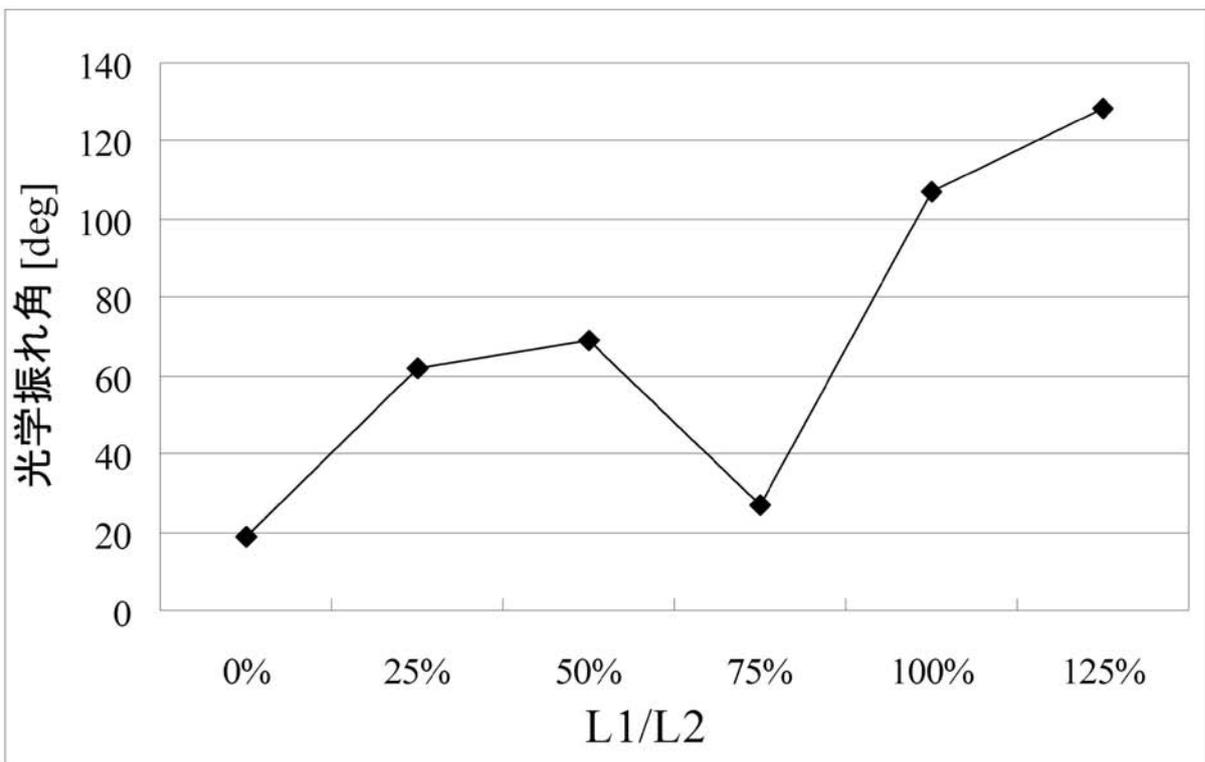
【図5】

(A)

折り返し割合と光学振れ角の関係

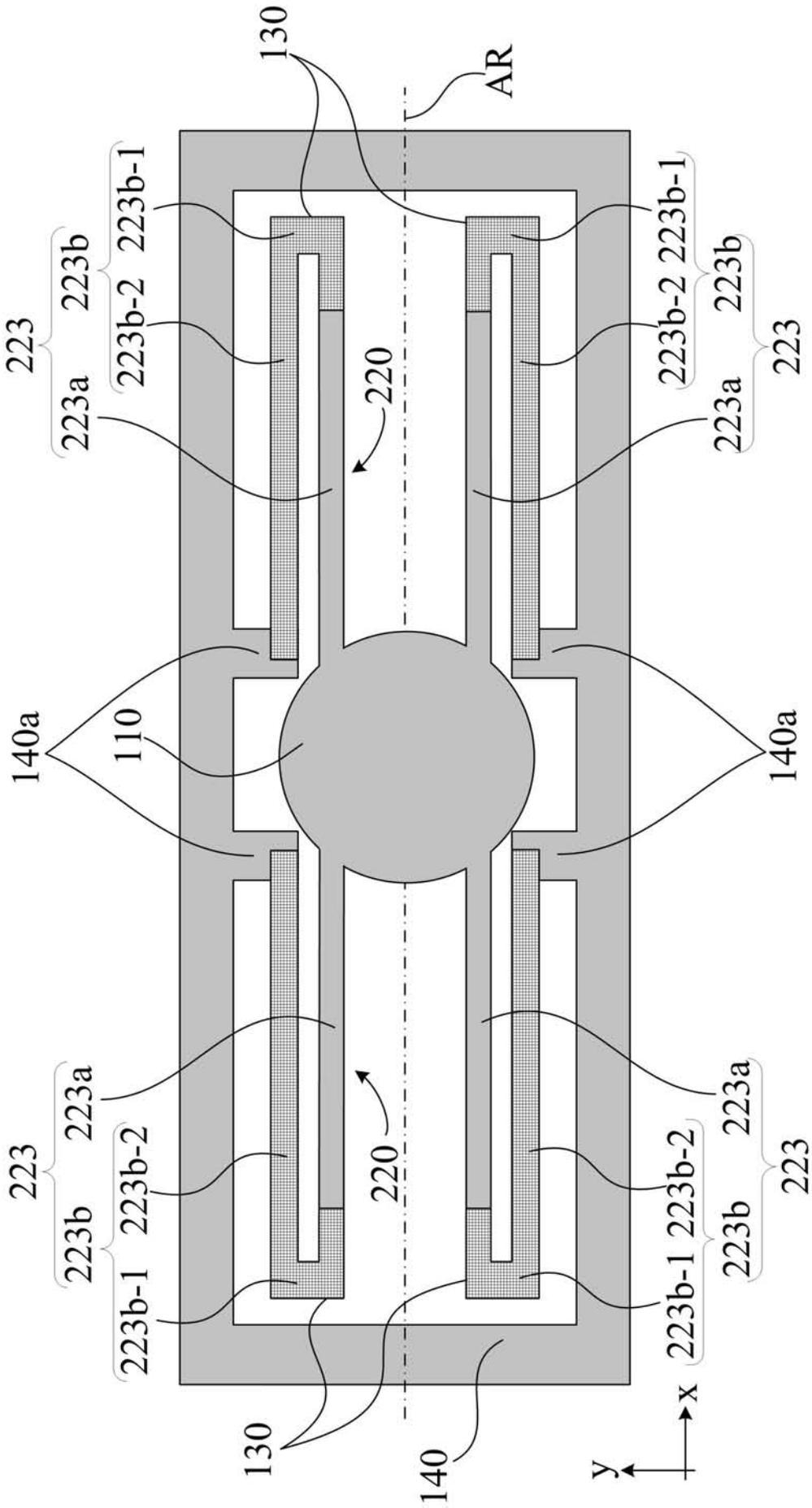
| L1/L2 [%] | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
|-------------|------|------|------|------|-------|-------|
| 光学振れ角 [deg] | 18.8 | 62.0 | 69.0 | 26.8 | 107.1 | 128.4 |

(B)



【図6】

200



【図7】

