

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5506485号
(P5506485)

(45) 発行日 平成26年5月28日(2014.5.28)

(24) 登録日 平成26年3月28日(2014.3.28)

(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 26/08 E
H O 4 N 1/113 (2006.01)	H O 4 N 1/04 1 O 4 Z
B 8 1 B 3/00 (2006.01)	B 8 1 B 3/00

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-67345 (P2010-67345)
(22) 出願日	平成22年3月24日(2010.3.24)
(65) 公開番号	特開2011-197605 (P2011-197605A)
(43) 公開日	平成23年10月6日(2011.10.6)
審査請求日	平成25年3月15日(2013.3.15)

(73) 特許権者	000002303 スタンレー電気株式会社 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
(74) 代理人	100100011 弁理士 五十嵐 省三
(72) 発明者	谷 雅直 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス タンレー 電気株 式会社内

審査官 松崎 義邦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2次元光スキャナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の空洞部が形成された可動枠と、
前記可動枠の第1の空洞部内に位置する反射面を有するミラーと、
基端が前記可動枠に連結され先端が前記ミラーに連結された第1の弾性梁と、
前記可動枠の第1の空洞部内に位置し、前記第1の弾性梁に接続された第1のアクチュエータと、

前記可動枠が位置する第2の空洞部が形成された支持枠と、
基端が前記支持枠に連結された先端が前記可動枠に連結された第2の弾性梁と、
前記支持枠と前記可動枠との間の前記第2の空洞部に位置し、前記第2の弾性梁に接続された第2のアクチュエータと

を具備し、

前記可動枠に1以上の貫通孔を設け、

前記各貫通孔が前記可動枠の残部によって囲まれている2次元光スキャナ。

【請求項2】

前記貫通孔が設けられている位置は前記可動枠の第2の弾性梁に平行な辺である請求項1に記載の2次元スキャナ。

【請求項3】

前記複数の貫通孔が前記第1、第2の弾性梁を軸に対称に設けられている請求項1に記載の2次元光スキャナ。

10

20

【請求項 4】

前記貫通孔が前記第 1、第 2 の弾性梁の延長領域に設けられていない請求項 1 に記載の 2 次元光スキャナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光学装置に用いられる 2 次元光スキャナに関する。たとえば、光学装置として、レーザプリンタ、バーコードリーダー、プロジェクタ等がある。

【背景技術】

【0002】

最近、半導体製造プロセス技術、マイクロエレクトロメカニカルシステム (MEMS) 技術を用いた 2 次元光スキャナがある。

【0003】

図 7 は従来の圧電駆動方式の 2 次元光スキャナを示す斜視図である (参照: 特許文献 1)。

【0004】

図 7 において、空洞部 11a を有する半導体基板の可動枠 11 に、ミラー M、ミラー M を揺動可能に支持する 1 対の弾性梁つまりトーションバー 12a、12b、トーションバー 12a、12b に作用する 2 対の圧電アクチュエータ 13a、13b; 14a、14b を形成する。この場合、ミラー M は可動枠 11 の空洞部 11a の中央に位置する矩形反射面を有する。各トーションバー 12a、12b は可動枠 11 に連結された基端及びミラー M に連結された先端を有する。各圧電アクチュエータ 13a、13b; 14a、14b はカンチレバーとして作用し、その基端は可動枠に固定され、先端はトーションバー 12a、12b に連結されている。従って、圧電アクチュエータ 13a、13b; 14a、14b に駆動電圧を印加することにより圧電アクチュエータ 13a、13b; 14a、14b に湾曲変形を生じさせてトーションバー 12a、12b を振り変形させ、これにより、ミラー M が X-X 軸の回りに回転する。

【0005】

また、図 7 において、空洞部 21a を有する半導体基板の支持枠 21 に、可動枠 11、可動枠 11 を揺動可能に支持する 1 対の弾性梁つまりトーションバー 22a、22b、トーションバー 22a、22b に作用する 2 対の圧電アクチュエータ 23a、23b; 24a、24b を形成する。この場合、可動枠 11 は支持枠 21 の空洞部 21a の中央に位置する。各トーションバー 22a、22b は支持枠 21 に連結された基端及び可動枠 11 に連結された先端を有する。各圧電アクチュエータ 23a、23b; 24a、24b はカンチレバーとして作用し、その基端は支持枠 21 に固定され、先端はトーションバー 22a、22b に連結されている。従って、圧電アクチュエータ 23a、23b; 24a、24b に駆動電圧を印加することにより圧電アクチュエータ 23a、23b; 24a、24b に湾曲変形を生じさせてトーションバー 22a、22b を振り変形させ、これにより、可動枠 11 が Y-Y 軸の回りに回転してミラー M が Y-Y 軸の回りを回転する。

【0006】

このようにして、ミラー M を X-X 軸、Y-Y 軸の回りに回転させることにより 2 次元光スキャナを構成する。

【0007】

可動枠 11 の空洞部 11a においては、ミラー M と可動枠 11 との間に空隙 G1、G2 を設け、ミラー M が傾いたときに押される空気の逃げ道を形成し、同様に、支持枠 21 の空洞部 21a においては、可動枠 11 と支持枠 21 との間に空隙 G3、G4 を設け、可動枠 11 が傾いたときに押される空気の逃げ道を形成している。

【0008】

尚、電磁誘電方式の 2 次元光スキャナも図 7 の圧電駆動方式の 2 次元光スキャナと同様の構成を有する (参照: 特許文献 2)。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2008-20701号公報

【特許文献2】特開平7-175005号公報

【特許文献3】特開2001-234331号公報

【特許文献4】特開2002-177765号公報

【特許文献5】特開2003-81694号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

図7のミラーMと可動枠11との間の空隙G1、G2を小さく、たとえば、図8の(A)に示すごとく、密閉に近い状態に設定すると共に、可動枠11と支持枠21との間の空隙G3、G4も、たとえば、図8の(B)に示すごとく、小さくすると、2次元光スキャナが小型化し、従って、2次元光スキャナの半導体チップのサイズが小さくなり、この結果、製造留まりが上昇する。尚、図8の(A)、(B)は図7のA-A線、B-B線の断面図を示し、Sは実装基板を示す。

【0011】

しかしながら、空隙G1、G2、G3、G4を小さくし、かつ支持体21に囲まれる領域が空気のような気体で満たされている場合には、図8の(A)に示すごとく、圧電アクチュエータ13a、13b、14a、14bを駆動させてミラーMをX-X軸の回りに偏向させ、あるいは、図8の(B)に示すごとく、圧電アクチュエータ23a、23a; 24a、24bを駆動させて可動枠11、つまり、ミラーMをY-Y軸の回りに偏向させた場合、空気の逃げ道がないので、ミラーMの裏側のキャビティの圧力が上昇する。この圧力上昇がミラーMの動きに対しても抵抗となるので、圧電アクチュエータ13a、13b; 14a、14bあるいは圧電アクチュエータ23a、23a; 24a、24bが同一の出力を発生したとしても、ミラーMの傾きは小さくなるという課題がある。

20

【0012】

逆に、図7のミラーMと可動枠11との間の空隙G1、G2を、たとえば、図9の(A)に示すごとく、大きく設定すると共に、可動枠11と支持枠21との間の空隙G3、G4も、たとえば、図9の(B)に示すごとく、大きくすると、圧電アクチュエータ13a、13b; 14a、14bを駆動させてミラーMをX-X軸の回りに偏向させ、あるいは、圧電アクチュエータ23a、23a; 24a、24bを駆動させて可動枠11、つまり、ミラーMをY-Y軸の回りに偏向させた場合、空気の逃げ道が大きいので、ミラーMの裏側のキャビティの圧力が上昇することはない。従って、ミラーMの傾き小さくなることはない。尚、図9の(A)、(B)は図7のA-A線、B-B線の断面図を示す。

30

【0013】

しかしながら、空隙G1、G2、G3、G4を大きくすると、2次元光スキャナが大型化し、従って、2次元光スキャナの半導体チップのサイズが大きくなり、この結果、製造留まりが低下するという課題がある。

40

【0014】

このように製造留まりとミラーMの傾きとはトレードオフの関係にあり、両方を改良することは不可能であった。尚、2次元光スキャナを真空もしくは減圧密閉封止すれば、製造歩留まりの向上及びミラーMの傾きの増大の両方が可能であるが、この場合、実装方法が複雑となり、製造コストの上昇及び信頼性の低下を招く。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上述の課題を解決するために、本発明に係る2次元光スキャナは、第1の空洞部が形成された可動枠と、可動枠の第1の空洞部内に位置する反射面を有するミラーと、基端が可動枠に連結され先端がミラーに連結された第1の弾性梁と、可動枠の第1の空洞部内に位

50

置し、第1の弾性梁に接続された第1のアクチュエータと、可動枠が位置する第2の空洞部が形成された支持枠と、基端が支持枠に連結された先端が可動枠に連結された第2の弾性梁と、支持枠と可動枠との間の前記第2の空洞部に位置し、第2の弾性梁に接続された第2のアクチュエータとを具備し、可動枠に1以上の貫通孔を設け、各貫通孔が可動枠の残部によって囲まれているものである。これにより、可動枠の貫通孔は空気の逃げ道として作用する。

【0016】

また、各貫通孔が可動枠の残部によって囲まれている。これにより、貫通孔は可動枠の剛性の低下を抑制する。

【0017】

さらに、複数の貫通孔が第1、第2の弾性梁を軸に対称に設けられている。これにより、質量の均衡が保持され、振動を誘発しない。

【0018】

さらにまた、貫通孔が第1、第2の弾性梁の延長領域に設けられていない。これにより、可動枠の弾性梁付け根付近の剛性の低下を抑制する。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、ミラーと可動枠との間の空隙及び可動枠と支持枠との間の空隙を小さくして2次元光スキャナの光学体チップのサイズが小さくなるので、製造歩留まりが上昇すると共に、可動枠の貫通孔によって空気の逃げ道を確保することによりミラーの傾きを大きくできる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明に係る圧電駆動方式の2次元光スキャナ光偏向器の実施の形態を示す斜視図である。

【図2】図1の2次元光スキャナの平面図である。

【図3】図1の2次元光スキャナの動作を説明するための図であって、(A)は図1のA-A線の断面図、(B)は図1のB-B線断面図である。

【図4】図1の圧電駆動方式の2次元光スキャナの製造方法を説明するための断面図である。

【図5】図1の圧電駆動方式の2次元光スキャナの製造方法を説明するための断面図である。

【図6】図1の圧電駆動方式の2次元光スキャナの製造方法を説明するための断面図である。

【図7】従来の圧電駆動方式の2次元光スキャナを示す斜視図である。

【図8】図7の2次元光スキャナの課題を説明するための図であって、(A)は図7のA-A線の断面図、(B)は図7のB-B線断面図である。

【図9】図7の2次元光スキャナの課題を説明するための図であって、(A)は図7のA-A線の断面図、(B)は図7のB-B線断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

図1は本発明に係る圧電駆動方式の2次元光スキャナの実施の形態を示す斜視図、図2は図1の2次元光スキャナの平面図である。

【0022】

図1、図2に示すように、図7の可動枠11に複数の貫通孔15を設けてある。貫通孔15は可動枠11の残部によって囲まれており、これにより、可動枠11の剛性の低下を抑制する。従って、貫通孔を設けながらも揺動による可動枠の変形を阻止することができる。また、貫通孔15はトーシヨンバー12a、12b、22a、22bを軸に対称に設けられている。これにより、質量の均衡が保持され、振動を抑制する。さらに、貫通孔15はトーシヨンバー12a、12b、22a、22bの延長領域には設けられていない。

10

20

30

40

50

これにより、可動枠 11 のトーションバー 12 a、12 b、22 a、22 b の付け根付近の剛性の低下を抑制する。この結果、貫通孔 15 による可動枠 11 の撓みは抑制される。尚、貫通孔 15 は円形、三角形等の種々の形になし得る。また、貫通孔 15 は図 1 のように可動枠のすべての辺に設けることに限定されないが、例えばトーションバー 22 a、22 b と平行な辺には設けられていることが好ましい。可動枠はトーションバー 22 a、22 b を軸に揺動するためこの位置が最も大きく動くため空気抵抗もこの位置がもっとも大きいためである。

【0023】

可動枠 11 の貫通孔 15 は空気の逃げ道となるので、図 1、図 2 に示すごとく、ミラー M と可動枠 11 との間の空隙 G1、G2 及び可動枠 11 と支持枠 21 との間の空隙 G3、G4 は可能な限り小さくできる。従って、支持体 21 の空洞部形状は可動枠 11 の圧電アクチュエータ 23 a、23 b、24 a、24 b を合わせた形状とほぼ同一形状となり、可動枠 11 の空洞部形状はミラー M と圧電アクチュエータ 13 a、13 b、14 a、14 b を合わせた形状とほぼ同一形状となる。この結果、2次元光スキャナが小型化し、従って、2次元光スキャナの半導体チップのサイズを小さくでき、この結果、製造歩留まりを上昇できる。

10

【0024】

すなわち、圧電アクチュエータ 13 a、13 b；14 a、14 b を駆動させてミラー M を X-X 軸の回りに偏向させたときに、図 3 の (A) に示すごとく、空気は可動枠 11 の貫通孔 15 を逃げ道とするので、ミラー M と実装基板 S との間のキャピティの圧力の上昇はない。従って、ミラー M の X-X 軸回りの傾きが小さくなることはない。

20

【0025】

同様に、圧電アクチュエータ 23 a、23 b；24 a、24 b を駆動させてミラー M を Y-Y 軸の回りに偏向させたとき、図 3 の (B) に示すごとく、空気は可動枠 11 の貫通孔 15 を逃げ道とするので、ミラー M と実装基板 S との間のキャピティの圧力の上昇はない。従って、ミラー M の Y-Y 軸回りの傾きが小さくなることはない。

【0026】

次に、図 1 の圧電駆動方式の 2次元光スキャナの製造方法を図 4、図 5、図 6 を参照して説明する。尚、図 4、図 5、図 6 は図 1 の A-A 線断面図である。

【0027】

始めに、図 4 の (A) を参照すると、シリコンオン絶縁体 (SOI) 基板を準備する。SOI 基板は、厚さ約 100~600 μm たとえば 525 μm の単結晶シリコン支持層 (ハンドリング層とも言う) 1011、厚さ約 0.5~2 μm たとえば 2 μm の中間酸化シリコン層 (BOX 層とも言う) 1012 及び厚さ約 5~100 μm たとえば 50 μm の単結晶シリコン活性層 1013 よりなる。

30

【0028】

次に、図 4 の (B) を参照すると、SOI 基板を熱酸化して裏面及び表面に厚さ約 0.1~1.0 μm たとえば 0.5 μm の酸化シリコン層 1021、1022 を形成する。

【0029】

次に、図 4 の (C) を参照すると、酸化シリコン層 1022 上にスパッタリング法、電子ビーム (EB) 蒸着法等により厚さ約 30~100 μm たとえば 50nm の Ti 及び厚さ約 100~300 μm たとえば 150nm の Pt を順次成膜し、これにより、下部電極層 1031 を形成する。次いで、下部電極層 1031 上に反応性アーク放電イオンプレーティング法により厚さ約 1~10 μm たとえば 3 μm のチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) よりなる圧電体層 1032 を成膜する。反応性アーク放電イオンプレーティング法については特許文献 3、4、5 を参照されたし。次いで、圧電体層 1032 上にスパッタリング法、EB 蒸着法等により厚さ 10~200nm たとえば約 150nm の Pt よりなる上部電極層 1033 を成膜する。

40

【0030】

次に、図 5 の (A) を参照すると、フォトリソグラフィ及びドライエッチング法を用いて上部電極層 1033 及び圧電体層 1032 のパターニングを行う。次いで、フォトリソ

50

グラフィ及びドライエッチング法を用いて下部電極層1031のパターニングを行う。このとき、フォトレジスト層でミラーMの領域の下部電極層1031を覆い、反射層として残存せしめる。尚、ミラーMの光反射率を高めたい場合には、この後に、厚さ約100~500nmのAl、Auをスパッタリング法、EB蒸着法等によって形成し、フォトリソグラフィ及びドライエッチング法を用いて下部電極層1031に高反射率の反射層を形成する。

【0031】

次に、図5の(B)を参照すると、酸化シリコン層1021を除去し、支持枠1に対応する領域に高周波結合プラズマ反応性イオンエッチング(ICP-RIE)法用のハードマスク層104を形成する。つまり、フォトリソグラフィ法により表面に厚膜レジスト層を形成し、この厚膜レジスト層をエッチングマスクとしてバッファードフッ酸(BHF)を用いた

10

【0032】

ウェットエッチング法により酸化シリコン層1021を除去する。次いで、単結晶シリコン支持層1011上にAlをスパッタリング法、EB蒸着法等により形成し、フォトリソグラフィ及びエッチング法によりパターニングして支持枠21に相当するハードマスク層104を形成する。

【0033】

次に、図5の(C)に示すように、ICP-RIE装置において、ハードマスク層104をエッチングマスクとして単結晶シリコン支持層1011を途中まで除去して支持枠1の空洞部1aを形成する。尚、ハードマスク層104は支持枠1に付着したままでも何ら問題はない。

20

【0034】

本実施の形態においては、可動枠11を単結晶シリコン支持層1011の一部を残すことで設けたが、残さなくてもよい。この場合、空洞部1aの形成は一度で単結晶シリコン支持層1011を中間酸化シリコン層1012まで除去する。

30

【0035】

尚、ICP-RIE法は、単結晶シリコンを異方性エッチングするのに適したエッチング法であり、従って、単結晶シリコン支持層1011及び単結晶シリコン活性層1013を垂直にエッチングできる。

【0036】

最後に、図6の(B)を参照すると、バッファードフッ酸(BHF)を用いて中間酸化シリコン層1012をエッチング除去する。これにより、ミラーMの回転、トーションバー12a、12b、22a、22bの捩り変形、圧電アクチュエータ13a、13b、14a、14b、23a、23b、24a、24bの湾曲が可能となる。そして、ダイシング工程によってウエハから各デバイスを個別(チップ)化し、トランジスタアウトライン(TO)型パッケージにダイボンド及びワイヤボンドにより実装される。

40

【0037】

上述の可動枠11に貫通孔15を設けた実施の形態において、空隙G1、G2、G3、G4を密閉状態としたとき、ミラーMの共振周波数が25kHzのときに、圧電アクチュエータの正弦波入力信号のピーク間電圧 V_{p-p} 及び周波数を20V及び25kHzとすると、ミラー振れ角(最大偏向角)は $\pm 10^\circ$ であった。他方、貫通孔15を設けず、空隙G1、G2、G3、G4を密閉状態としたときには、同一駆動条件で、ミラー振れ角(最大偏向角) $\pm 7.5^\circ$ であった。また、従来のごとく、貫通孔15を設けずに、同一駆動条件でミラー振れ角、最大偏向角を得るには、空隙G1、G2、G3、G4を100 μm 以上にしなければならず、装置のサイズが10%以上増大することになった。

50

【 0 0 3 8 】

尚、本発明は電磁誘電方式の2次元光スキャナにも適用し得る。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

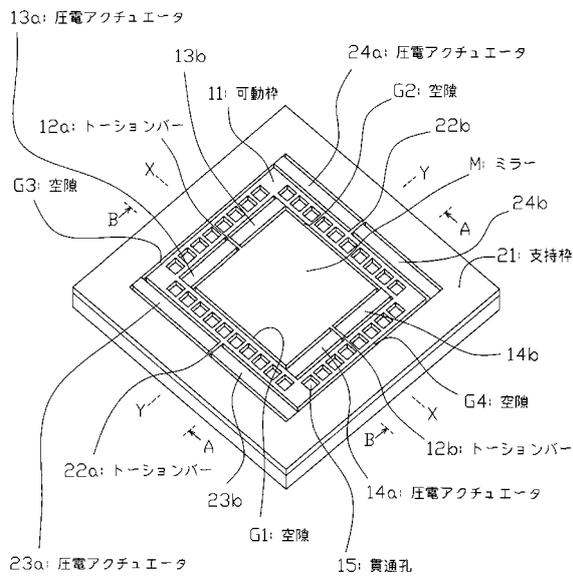
- M：ミラー
- 11：可動枠
- 11a：空洞部
- 12a、12b：弾性梁（トーションバー）
- 13a、13b；14a、14b：圧電アクチュエータ
- 15：貫通孔
- 21：支持枠
- 21a：空洞部
- 22a、22b：弾性梁（トーションバー）
- 23a、23b；24a、24b：圧電アクチュエータ
- 1011：単結晶シリコン支持層
- 1012：中間酸化シリコン層
- 1013：単結晶シリコン活性層
- 1021、1022：酸化シリコン層
- 1031：下部電極層
- 1032：圧電体層
- 1033：上部電極層
- 104：ハードマスク層
- 105：フォトリジストパターン層

10

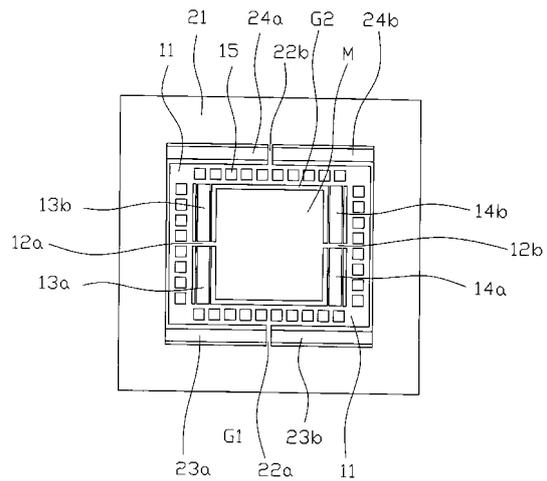
20

【 図 1 】

本発明に係る実施の形態

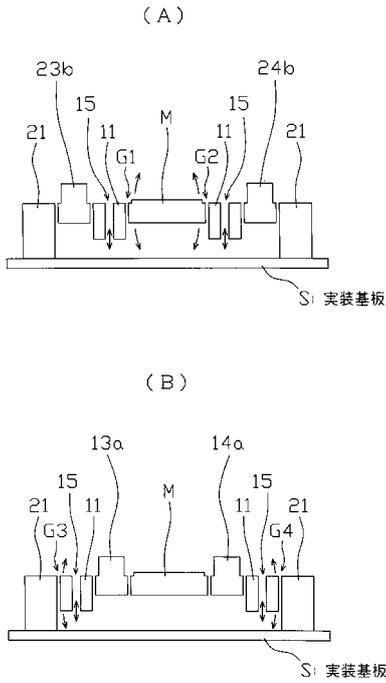


【 図 2 】



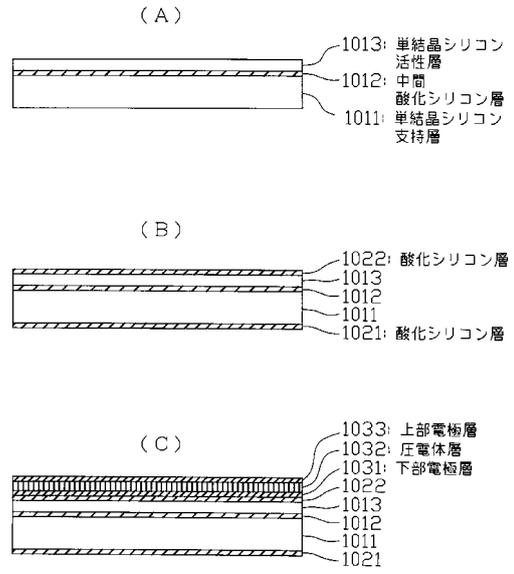
【図3】

図1の動作を説明する図



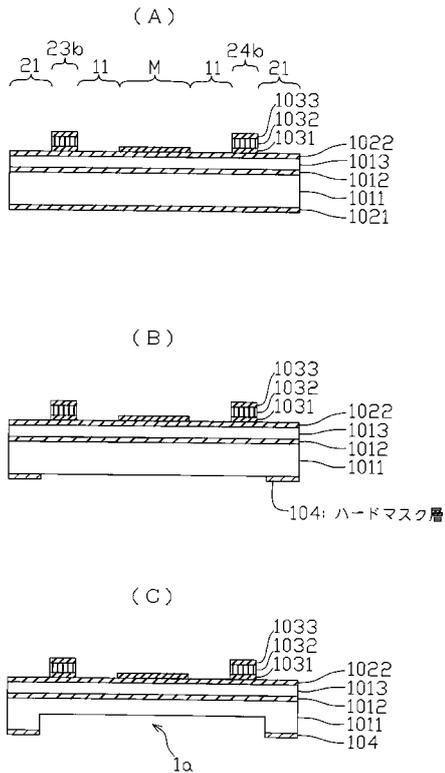
【図4】

製造方法(その1)



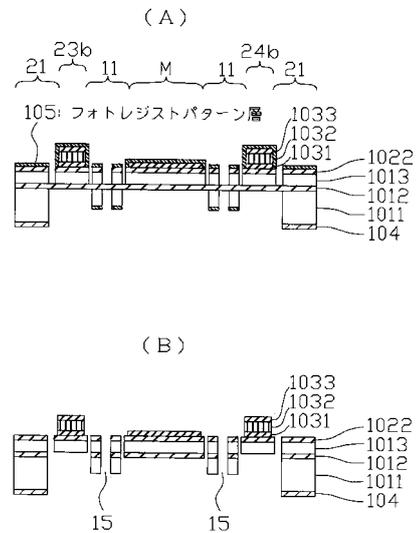
【図5】

製造方法(その2)



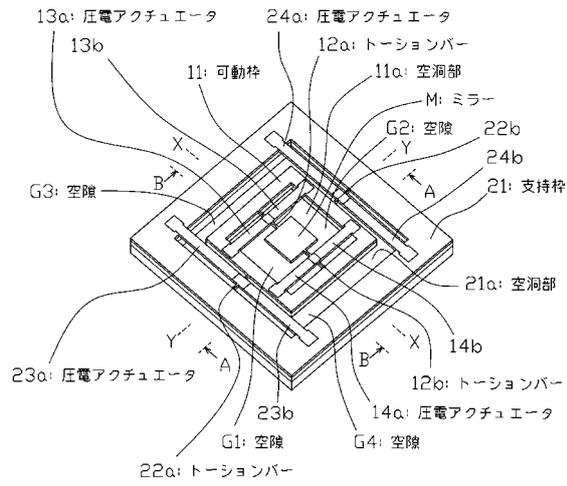
【図6】

製造方法(その3)



【図7】

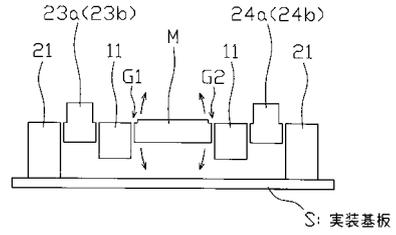
従来の二次元光スキャナ



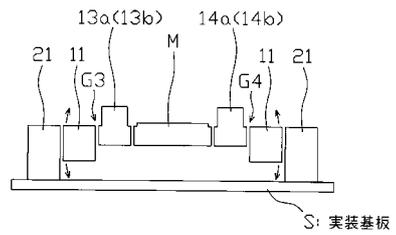
【図8】

図7の課題を説明する図

(A) 空隙G1、G2が小さくなった場合



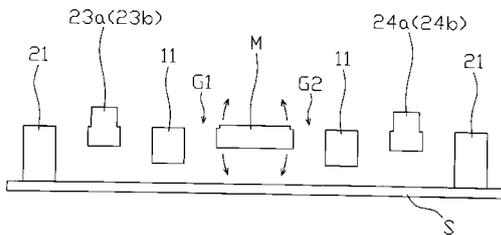
(B) 空隙G3、G4が小さくなった場合



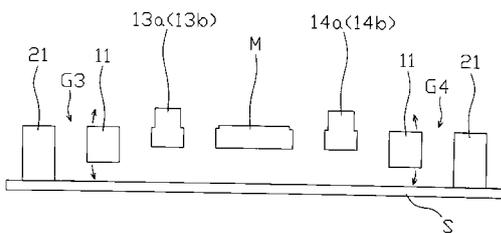
【図9】

図7の課題を説明する図

(A) 空隙G1、G2が大きくなった場合



(B) 空隙G3、G4が大きくなった場合



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-020701(JP,A)
特開2002-131685(JP,A)
特開2004-258158(JP,A)
国際公開第2004/017119(WO,A1)
特開2009-294458(JP,A)
特表2005-502910(JP,A)
特開2003-043382(JP,A)
特開2009-300817(JP,A)
特開2010-067345(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B26/00-26/08

G02B 26/10