

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6111532号
(P6111532)

(45) 発行日 平成29年4月12日(2017.4.12)

(24) 登録日 平成29年3月24日(2017.3.24)

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 |
| G02B 26/10 (2006.01) | GO2B 26/10 1 O 4 Z |
| G02B 26/08 (2006.01) | GO2B 26/08 E |
| G02B 27/01 (2006.01) | GO2B 26/10 C |
| G02B 27/02 (2006.01) | GO2B 27/01 Z |
| | GO2B 27/02 |

請求項の数 14 (全 28 頁)

| | |
|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-109007 (P2012-109007) |
| (22) 出願日 | 平成24年5月11日 (2012.5.11) |
| (65) 公開番号 | 特開2013-235200 (P2013-235200A) |
| (43) 公開日 | 平成25年11月21日 (2013.11.21) |
| 審査請求日 | 平成27年5月11日 (2015.5.11) |

前置審査

| | |
|-----------|--|
| (73) 特許権者 | 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目1番6号 |
| (74) 代理人 | 100091292 弁理士 増田 達哉 |
| (72) 発明者 | 溝口 安志 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
| (72) 発明者 | 日野 真希子 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
| 審査官 | 山本 貴一 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光学デバイス、光スキャナーおよび画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の軸周りに揺動可能な可動部と、
 前記第1の軸に交差する第2の軸周りに揺動可能な枠体部と、
 前記可動部を前記枠体部に対して前記第1の軸周りに揺動可能に支持する第1軸部と、
 前記枠体部を支持する支持部と、
 前記可動部に設けられ、かつ光を反射する光反射板と、
 前記光反射板と前記可動部との間に前記光反射板と前記可動部とを離間させるスペーサーと、を有し、
 前記枠体部は、前記可動部を囲んで設けられ、
 前記第1軸部は、一端部が前記可動部に接続され、他端部が前記枠体部に接続され、
 前記光反射板は、前記第1軸部に対して前記光反射板の板厚方向に離間し、前記板厚方向からみたときに前記第1軸部の少なくとも一部と重なっており、前記光反射部の外周は前記支持部の外周と前記枠体部との間にあり、
 前記スペーサーは SiO_2 層および Si 層からなる積層体で構成されており、前記光反射板は Si 層で構成されていることを特徴とする光学デバイス。

【請求項 2】

前記光反射板は、前記板厚方向からみたときに、前記第1軸部の全体を覆って形成されている請求項1に記載の光学デバイス。

【請求項 3】

10

20

前記光反射板は、前記板厚方向からみたときに、前記枠体部の全体を覆って形成されている請求項 2 に記載の光学デバイス。

【請求項 4】

前記枠体部に接続され、かつ前記枠体部を前記第 2 の軸周りに揺動可能に支持する第 2 軸部をさらに有し、

前記光反射板は、前記板厚方向からみたときに、前記第 2 軸部の全体を覆って形成されている請求項 3 に記載の光学デバイス。

【請求項 5】

前記光反射板は、前記板厚方向からみたときに、前記第 1 の軸および前記第 2 の軸のうちの少なくとも一方の軸に沿った方向に突出した部分を有する形状をなす請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載の光学デバイス。 10

【請求項 6】

前記光反射板の前記可動部側の面の少なくとも一部には、前記光反射板の材料よりも硬い材料で構成される硬質層が形成されている請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 7】

前記硬質層の材料は、ダイヤモンドである請求項 6 に記載の光学デバイス。

【請求項 8】

前記枠体部に配置された永久磁石と、

前記枠体部に対向して配置されたコイルと、 20

前記コイルに電圧を印加する電圧印加部とを備え、

前記電圧印加部が前記コイルに電圧を印加することにより、前記可動部を前記第 1 の軸周りおよび前記第 2 の軸周りに揺動させる請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 9】

前記枠体部に配置されたコイルと、

前記枠体部に対向して配置された永久磁石と、

前記コイルに電圧を印加する電圧印加部とを備え、

前記電圧印加部が前記コイルに電圧を印加することにより、前記可動部を前記第 1 の軸周りおよび前記第 2 の軸周りに揺動させる請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の光学デバイス。 30

【請求項 10】

前記第 2 軸部に設けられた圧電素子と、

前記圧電素子に電圧を印加する電圧印加部とを備え、

前記電圧印加部が前記圧電素子に電圧を印加することにより、前記可動部を前記第 1 の軸周りおよび前記第 2 の軸周りに揺動させる請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 11】

前記電圧印加部は、

第 1 周波数の第 1 の電圧を発生させる第 1 電圧発生部と、 40

前記第 1 周波数と周波数の異なる第 2 周波数の第 2 の電圧を発生させる第 2 電圧発生部と、

前記第 1 の電圧と前記第 2 の電圧とを重畳する電圧重畳部とを有し、

前記可動部を、前記第 1 周波数で前記第 1 の軸周りに揺動させるとともに、前記第 2 周波数で前記第 2 の軸周りに揺動させる請求項 8 ないし 10 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 12】

前記第 1 の軸に沿った方向における前記枠体部の長さを a とし、前記第 2 の軸に沿った方向における前記枠体部の長さを b としたとき、 $a > b$ なる関係を満たす請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の光学デバイス。 50

【請求項 1 3】

第1の軸周りに揺動可能な可動部と、前記第1の軸に交差する第2の軸周りに揺動可能な枠体部と、前記可動部を前記枠体部に対して前記第1の軸周りに揺動可能に支持する第1軸部と、を含む光スキャナーであって、

前記枠体部を支持する支持部と、

前記可動部に設けられ、かつ光を反射する光反射板と、

前記光反射板と前記可動部との間に前記光反射板と前記可動部とを離間させるスペーサーと、を有し、

前記枠体部は、前記可動部を囲んで設けられ、

前記第1軸部は、一端部が前記可動部に接続され、他端部が前記枠体部に接続され、

前記光反射板は、前記第1軸部に対して板厚方向に離間し、前記板厚方向からみたときに前記第1軸部の少なくとも一部と重なっており、前記光反射部の外周は前記支持部の外周と前記枠体部との間にあり、

前記スペーサーは S i O₂ 層および S i 層からなる積層体で構成されており、前記光反射板は S i 層で構成されていることを特徴とする光スキャナー。

【請求項 1 4】

第1の軸周りに揺動可能な可動部と、前記第1の軸に交差する第2の軸周りに揺動可能な枠体部と、前記可動部を前記枠体部に対して前記第1の軸周りに揺動可能に支持する第1軸部と、を含む光スキャナーを備える画像形成装置であって、

前記光スキャナーは、

前記枠体部を支持する支持部と、

前記可動部に設けられ、かつ光を反射する光反射板と、

前記光反射板と前記可動部との間に前記光反射板と前記可動部とを離間させるスペーサーと、を有し、

前記枠体部は、前記可動部を囲んで設けられ、

前記第1軸部は、一端部が前記可動部に接続され、他端部が前記枠体部に接続され、

前記光反射板は、前記第1軸部に対して前記光反射板の板厚方向に離間し、前記板厚方向からみたときに前記第1軸部の少なくとも一部と重なっており、前記光反射部の外周は前記支持部の外周と前記枠体部との間にあり、

前記スペーサーは S i O₂ 層および S i 層からなる積層体で構成されており、前記光反射板は S i 層で構成されていることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、光学デバイス、光スキャナーおよび画像表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

例えば、プロジェクター等に用いられる光学デバイスとして、2次元的に光を走査する光スキャナーが知られている（例えば、特許文献1参照）。

特許文献1に記載の光スキャナーは、一対の永久磁石が設けられた絶縁基板と、一対の永久磁石の間に位置するように絶縁基板に支持されたスキャナー本体とを有する。そして、スキャナー本体は、枠状の支持部と、支持部の内側に設けられた枠状の外側可動板と、外側可動板の内側に設けられた内側可動板（ミラー）とを有している。また、外側可動板は、X軸方向に延在する一対の第1トーションバーを介して支持部に連結されており、内側可動板は、X軸方向と直交するY軸方向に延在する第2トーションバーを介して外側可動板に連結している。また、外側可動板および内側可動板には、それぞれコイルが設けられている。

【0 0 0 3】

このような構成の光スキャナーでは、通電により各コイルから発生する磁界と一対の永久磁石間に発生する磁界との相互作用により、外側可動板が内側可動板とともに第1ト

10

20

30

40

50

ションバーを中心軸としてX軸まわりに揺動し、内側可動板が第2トーションバーを中心軸としてY軸まわりに揺動する。

しかし、特許文献1に記載の光スキャナーでは、平面視にて（内側可動板の厚さ方向からみたとき）、内側可動板および第2トーションバーが互いに重ならないように配置されているため、ミラー（内側可動板）の寸法に応じて、全体の寸法が大きくなってしまうという問題があった。

【0004】

特に、特許文献1に記載の光スキャナーでは、例えば、内側可動板の寸法が大きくなると、その分第2トーションバーを外側に配置しなければならず、これに伴って、外側可動板の寸法が大きくなり、さらに、その分第1トーションバーを外側に配置しなければならない。また、外側可動板の寸法が大きくなると、外側可動板の質量も大きくなるため、第1トーションバーの長さが長くなるとともに、外側可動板を揺動させるのに必要な駆動力が大きくなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平8-322227号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、小型化を図りつつ、2次元的に光を走査することができる光学デバイス、光スキャナーおよび画像表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の光学デバイスは、第1の軸周りに揺動可能な可動部と、

前記第1の軸に交差する第2の軸周りに揺動可能な枠体部と、

前記可動部を前記枠体部に対して前記第1の軸周りに揺動可能に支持する第1軸部と、前記枠体部を支持する支持部と、

前記可動部に設けられ、かつ光を反射する光反射板と、

前記光反射板と前記可動部との間に前記光反射板と前記可動部とを離間させるスペーサーと、を有し、

前記枠体部は、前記可動部を囲んで設けられ、

前記第1軸部は、一端部が前記可動部に接続され、他端部が前記枠体部に接続され、

前記光反射板は、前記第1軸部に対して前記光反射板の板厚方向に離間し、前記板厚方向からみたときに前記第1軸部の少なくとも一部と重なっており、前記光反射部の外周は前記支持部の外周と前記枠体部との間にあり、

前記スペーサーはSIO₂層およびSi層からなる積層体で構成されており、前記光反射板はSi層で構成されていることを特徴とする。

【0008】

このように構成された光学デバイスによれば、可動部を第1の軸周りおよび第2の軸周りに揺動させることができる。そのため、光反射部で反射した光を2次元的に走査することができる。

特に、光反射板が第1軸部に対して板厚方向に離間するとともに板厚方向からみたときに第1軸部の少なくとも一部と重なって設けられているので、光学デバイスの小型化を図ることができる。

また、第1軸部および枠体部との接触を防止しつつ、光反射板を揺動させることができる。

【0009】

本発明の光学デバイスでは、前記光反射板は、前記板厚方向からみたときに、前記第1

10

20

30

40

50

軸部の全体を覆って形成されていることが好ましい。

これにより、光反射部の面積を大きくすることができる。また、光反射部に入射できなかつた光が第1軸部で反射して迷光となるのを防止することができる。

本発明の光学デバイスでは、前記光反射板は、前記板厚方向からみたときに、前記枠体部の全体を覆って形成されていることが好ましい。

これにより、光反射部の面積を大きくすることができる。また、光反射部に入射できなかつた光が枠体部で反射して迷光となるのを防止することができる。

【0010】

本発明の光学デバイスでは、前記枠体部に接続され、かつ前記枠体部を前記第2の軸周10りに揺動可能に支持する第2軸部をさらに有し、

前記光反射板は、前記板厚方向からみたときに、前記第2軸部の全体を覆って形成されていることが好ましい。

これにより、光反射部の面積を大きくすることができる。また、光反射部に入射できなかつた光が第2軸部で反射して迷光となるのを防止することができる。

【0011】

本発明の光学デバイスでは、前記光反射板は、前記板厚方向からみたときに、前記第1の軸および前記第2の軸のうちの少なくとも一方の軸に沿った方向に突出した部分を有する形状をなすことが好ましい。

これにより、光反射板の第1の軸周10りまたは第2の軸周の慣性モーメントを抑えつつ、光反射板を、板厚方向からみたときに、第1軸部、枠体部または第2軸部を覆うように設けることができる。

【0012】

本発明の光学デバイスでは、前記光反射板の前記可動部側の面の少なくとも一部には、前記光反射板の材料よりも硬い材料で構成される硬質層が形成されていることが好ましい。

これにより、光反射板の剛性を高め、光反射板の撓みを抑制することができる。

本発明の光学デバイスでは、前記硬質層の材料は、ダイヤモンドであることが好ましい。

【0013】

本発明の光学デバイスでは、前記枠体部に配置された永久磁石と、前記枠体部に対向して配置されたコイルと、

前記コイルに電圧を印加する電圧印加部とを備え、

前記電圧印加部が前記コイルに電圧を印加することにより、前記可動部を前記第1の軸周10りおよび前記第2の軸周に揺動させることができ。前記可動部を前記第1の軸周のうちの少なくとも一方の軸に沿った方向に突出した部分を有する形状をなすことが好ましい。

これにより、小型化を図りつつ、電磁駆動方式（ムービングマグネット方式）により、光反射板を第1の軸周10りおよび第2の軸周に揺動させることができる。また、コイルが光学デバイスの振動系と離間しているので、コイルの発熱による悪影響を防止することができる。

【0014】

本発明の光学デバイスでは、前記枠体部に配置されたコイルと、前記枠体部に対向して配置された永久磁石と、

前記コイルに電圧を印加する電圧印加部とを備え、

前記電圧印加部が前記コイルに電圧を印加することにより、前記可動部を前記第1の軸周10りおよび前記第2の軸周に揺動させることができ。前記可動部を前記第1の軸周のうちの少なくとも一方の軸に沿った方向に突出した部分を有する形状をなすことが好ましい。

これにより、小型化を図りつつ、電磁駆動方式（ムービングコイル方式）により、光反射板を第1の軸周10りおよび第2の軸周に揺動させることができる。

【0015】

本発明の光学デバイスでは、前記第2軸部に設けられた圧電素子と、

前記圧電素子に電圧を印加する電圧印加部とを備え、

前記電圧印加部が前記圧電素子に電圧を印加することにより、前記可動部を前記第1の軸周10りおよび前記第2の軸周に揺動させることができ。前記可動部を前記第1の軸周のうちの少なくとも一方の軸に沿った方向に突出した部分を有する形状をなすことが好ましい。

前記支持部の外周と前記枠体部との間にあり、

前記スペーサーはSiO₂層およびSi層からなる積層体で構成されており、前記光反射板はSi層で構成されていることを特徴とする。

このように構成された画像表示装置によれば、小型化を図りつつ、2次元的に光を走査することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第1実施形態を示す平面図である。

【図2】図1に示す光スキャナーの断面図（X軸に沿った断面図）である。

【図3】図1に示す光スキャナーが備える駆動部の電圧印加部を説明するためのブロック図である。 10

【図4】図3に示す第1の電圧発生部および第2の電圧発生部での発生電圧の一例を示す図である。

【図5】本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第2実施形態を示す断面図（X軸に沿った断面図）である。

【図6】本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第3実施形態を示す平面図である。

【図7】図6に示す光スキャナーの断面図（X軸に沿った断面図）である。

【図8】本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第4実施形態を示す平面図である。

【図9】図8に示す光スキャナーの断面図（X軸に沿った断面図）である。

【図10】図8に示す光スキャナーが備える駆動部の電圧印加部を説明するためのブロック図である。 20

【図11】図10に示す第1の電圧発生部および第2の電圧発生部での発生電圧の一例を示す図である。

【図12】本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第5実施形態を示す平面図である。

【図13】本発明の画像表示装置の実施形態を模式的に示す図である。

【図14】本発明の画像表示装置の応用例1を示す斜視図である。

【図15】本発明の画像表示装置の応用例2を示す斜視図である。

【図16】本発明の画像表示装置の応用例3を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

30

以下、本発明の光学デバイス、光スキャナーおよび画像表示装置の好適な実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施形態では、本発明の光学デバイスを光スキャナーに適用した場合について代表的に説明する。

＜第1実施形態＞

図1は、本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第1実施形態を示す平面図、図2は、図1に示す光スキャナーの断面図（X軸に沿った断面図）、図3は、図1に示す光スキャナーが備える駆動部の電圧印加部を説明するためのブロック図、図4は、図3に示す第1の電圧発生部および第2の電圧発生部での発生電圧の一例を示す図である。なお、以下では、説明の便宜上、図2中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

図1および図2に示すように、光スキャナー1は、可動ミラー部11と、1対の軸部12a、12b（第1軸部）と、枠体部13と、2対の軸部14a、14b、14c、14d（第2軸部）と、支持部15と、永久磁石21と、コイル31と、磁心32と、電圧印加部4とを備える。 40

【0022】

ここで、可動ミラー部11、1対の軸部12a、12bは、軸部12a、12bを軸としてY軸（第1の軸）周りに揺動（往復回動）する第1の振動系を構成する。また、可動ミラー部11、1対の軸部12a、12b、枠体部13、2対の軸部14a、14b、14c、14dおよび永久磁石21は、X軸（第2の軸）周りに揺動（往復回動）する第2の振動系を構成する。

また、永久磁石21、コイル31および電圧印加部4は、前述した第1の振動系および

50

第2の振動系を駆動（すなわち、可動ミラー部111をX軸およびY軸周りに揺動）させる駆動部を構成する。

【0023】

以下、光スキャナー1の各部を順次詳細に説明する。

可動ミラー部111は、基部（可動部）111と、スペーサー112を介して基部111に固定された光反射板113とを有する。

光反射板113の上面（一方の面）には、光反射性を有する光反射部114が設けられている。

【0024】

この光反射板113は、軸部12a、12bに対して光反射板113の板厚方向に離間するとともに、板厚方向からみたときに（以下、「平面視」ともいう）軸部12a、12bと重なって設けられている。10

そのため、軸部12aと軸部12bとの間の距離を短くしつつ、光反射板113の板面の面積を大きくすることができる。また、軸部12aと軸部12bとの間の距離を短くすることができることから、枠体部13の小型化を図ることができる。さらに、枠体部13の小型化を図ることができることから、軸部14a、14bと軸部14c、14dとの間の距離を短くすることができる。

このようなことから、光反射板113の板面の面積を大きくしても、光スキャナー1の小型化を図ることができる。

【0025】

また、光反射板113は、平面視にて、軸部12a、12bの全体を覆うように形成されている。言い換えると、軸部12a、12bは、それぞれ、平面視にて、光反射板113の外周に対して内側に位置している。これにより、光反射板113の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部114の面積を大きくすることができる。また、不要な光（例えば、光反射部114に入射できなかった光）が軸部12a、12bで反射して迷光となるのを防止することができる。20

【0026】

また、光反射板113は、平面視にて、枠体部13の全体を覆うように形成されている。言い換えると、枠体部13は、平面視にて、光反射板113の外周に対して内側に位置している。これにより、光反射板113の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部114の面積を大きくすることができる。また、不要な光が枠体部13で反射して迷光となるのを防止することができる。30

【0027】

さらに、光反射板113は、平面視にて、軸部14a、14b、14c、14dの全体を覆うように形成されている。言い換えると、軸部14a、14b、14c、14dは、それぞれ、平面視にて、光反射板113の外周に対して内側に位置している。これにより、光反射板113の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部114の面積を大きくすることができる。また、不要な光が軸部14a、14b、14c、14dで反射して迷光となるのを防止することができる。

【0028】

本実施形態では、光反射板113は、平面視にて、円形をなしている。なお、光反射板113の平面視形状は、これに限定されず、例えば、楕円形、四角形等の多角形であってもよい。

このような光反射板113の下面（他方の面、光反射板113の基部111側の面）には、硬質層115が設けられている。

【0029】

硬質層115は、光反射板113本体の構成材料よりも硬質な材料で構成されている。これにより、光反射板113の剛性を高めることができる。そのため、光反射板113の揺動時における撓みを防止または抑制することができる。また、光反射板113の厚さを薄くし、光反射板113のX軸およびY軸周りの揺動時における慣性モーメントを抑える50

ことができる。

このような硬質層115の構成材料としては、光反射板113本体の構成材料よりも硬質な材料であれば、特に限定されず、例えば、ダイヤモンド、水晶、サファイア、タンタル酸リチウム、ニオブ酸カリウム、カーボンナイトライド膜などを用いることができるが、特に、ダイヤモンドを用いるのが好ましい。

【0030】

硬質層115の厚さ（平均）は、特に限定されないが、1～10μm程度であるのが好ましく、1～5μm程度であるのがさらに好ましい。

また、硬質層115は、単層で構成されていてもよいし、複数の層の積層体で構成されていてもよい。また、硬質層115は、光反射板113の下面全体に設けられていてよいし、下面の一部に設けられていてよい。なお、硬質層115は、必要に応じて設けられるものであり、省略することもできる。

【0031】

このような硬質層115の形成には、例えば、プラズマCVD、熱CVD、レーザーCVDのような化学蒸着法（CVD）、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、電解メッキ、浸漬メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射、シート状部材の接合等を用いることができる。

また、光反射板を第1、第2の軸に沿った方向に突出した形状にすることで、各軸部での迷光を光反射板の慣性モーメント増加を抑えて効率よく低減できる。

【0032】

また、光反射板113の下面は、スペーサー112を介して基部111に固定されている。これにより、軸部12a、12b、枠体部13および軸部14a、14b、14c、14dとの接触を防止しつつ、光反射板113をY軸周りに揺動させることができる。

また、基部111は、平面視にて、光反射板113の外周に対して内側に位置している。また、基部111の平面視での面積は、基部111がスペーサー112を介して光反射板113を支持することができれば、できるだけ小さいのが好ましい。これにより、光反射板113の板面の面積を大きくしつつ、軸部12aと軸部12bとの間の距離を小さくすることができる。

【0033】

枠体部13は、枠状をなし、前述した可動ミラー部11の基部111を囲んで設けられている。言い換えると、可動ミラー部11の基部111は、枠状をなす枠体部13の内側に設けられている。

そして、枠体部13は、軸部14a、14b、14c、14dを介して支持部15に支持されている。また、可動ミラー部11の基部111は、軸部12a、12bを介して枠体部13に支持されている。

【0034】

また、枠体部13は、Y軸に沿った方向での長さがX軸に沿った方向での長さよりも長くなっている。すなわち、Y軸に沿った方向における枠体部13の長さをaとし、X軸に沿った方向における枠体部13の長さをbとしたとき、 $a > b$ なる関係を満たす。これにより、軸部12a、12bに必要な長さを確保しつつ、X軸に沿った方向における光スキヤナー1の長さを抑えることができる。

【0035】

また、枠体部13は、平面視にて、可動ミラー部11の基部111および1対の軸部12a、12bからなる構造体の外形に沿った形状をなしている。これにより、可動ミラー部11、1対の軸部12a、12bで構成された第1の振動系の振動、すなわち、可動ミラー部11のY軸周りの揺動を許容しつつ、枠体部13の小型化を図ることができる。

なお、枠体部13の形状は、枠状であれば、図示のものに限定されない。

【0036】

軸部12a、12bおよび軸部14a、14b、14c、14dは、それぞれ、弹性変形可能である。

10

20

30

40

50

そして、軸部 12 a、12 b は、可動ミラー部 11 を Y 軸（第 1 の軸）周りに揺動（回動）可能とするように、可動ミラー部 11 と枠体部 13 を連結している。また、軸部 14 a、14 b、14 c、14 d は、枠体部 13 を Y 軸に直交する X 軸（第 2 の軸）周りに揺動（回動）可能とするように、枠体部 13 と支持部 15 を連結している。

【0037】

軸部 12 a、12 b は、可動ミラー部 11 の基部 111 を介して互いに対向するように配置されている。また、軸部 12 a、12 b は、それぞれ、Y 軸に沿った方向に延在する長手形状をなす。そして、軸部 12 a、12 b は、それぞれ、一端部が基部 111 に接続され、他端部が枠体部 13 に接続されている。また、軸部 12 a、12 b は、それぞれ、中心軸が Y 軸に一致するように配置されている。10

このような軸部 12 a、12 b は、それぞれ、可動ミラー部 11 の Y 軸周りの揺動に伴ってねじれ変形する。

【0038】

軸部 14 a、14 b および軸部 14 c、14 d は、枠体部 13 を介して互いに対向するように配置されている。また、軸部 14 a、14 b、14 c、14 d は、それぞれ、X 軸に沿った方向に延在する長手形状をなす。そして、軸部 14 a、14 b、14 c、14 d は、それぞれ、一端部が枠体部 13 に接続され、他端部が支持部 15 に接続されている。また、軸部 14 a、14 b は、X 軸を介して互いに対向するように配置され、同様に、軸部 14 c、14 d は、X 軸を介して互いに対向するように配置されている。20

このような軸部 14 a、14 b、14 c、14 d は、枠体部 13 の X 軸周りの揺動に伴って、軸部 14 a、14 b 全体および軸部 14 c、14 d 全体がそれぞれねじれ変形する。。

【0039】

このように、可動ミラー部 11 を Y 軸周りに揺動可能とするとともに、枠体部 13 を X 軸周りに揺動可能とすることにより、可動ミラー部 11（換言すれば光反射板 113）を互いに直交する X 軸および Y 軸の 2 軸周りに揺動（回動）させることができる。

なお、軸部 12 a、12 b および軸部 14 a、14 b、14 c、14 d の形状は、それぞれ、前述したものに限定されず、例えば、途中の少なくとも 1 箇所に屈曲または湾曲した部分や分岐した部分を有していてもよい。

前述したような基部 111、軸部 12 a、12 b、枠体部 13、軸部 14 a、14 b、14 c、14 d および支持部 15 は、一体的に形成されている。30

【0040】

本実施形態では、基部 111、軸部 12 a、12 b、枠体部 13、軸部 14 a、14 b、14 c、14 d および支持部 15 は、第 1 の Si 層（デバイス層）と、SiO₂ 層（ポックス層）と、第 2 の Si 層（ハンドル層）とがこの順に積層した SOI 基板をエッチングすることにより形成されている。これにより、第 1 の振動系および第 2 の振動系の振動特性を優れたものとすることができる。また、SOI 基板は、エッチングにより微細な加工が可能であるため、SOI 基板を用いて基部 111、軸部 12 a、12 b、枠体部 13、軸部 14 a、14 b、14 c、14 d および支持部 15 を形成することにより、これらの寸法精度を優れたものとすることができる、また、光スキャナー 1 の小型化を図ることができる。40

【0041】

そして、基部 111、軸部 12 a、12 b および軸部 14 a、14 b、14 c、14 d は、それぞれ、SOI 基板の第 1 の Si 層で構成されている。これにより、軸部 12 a、12 b および軸部 14 a、14 b、14 c、14 d の弾性を優れたものとすることができます。また、基部 111 が Y 軸周りに回動する際に枠体部 13 に接触するのを防止することができます。

【0042】

また、枠体部 13 および支持部 15 は、それぞれ、SOI 基板の第 1 の Si 層、SiO₂ 層および第 2 の Si 層からなる積層体で構成されている。これにより、枠体部 13 およ50

び支持部 15 の剛性を優れたものとすることができる。また、枠体部 13 の SiO₂ 層および第 2 の Si 層は、枠体部 13 の剛性を高めるリブとしての機能だけでなく、可動ミラー部 11 が永久磁石 21 に接触するのを防止する機能も有する。

また、平面視にて、光反射板 113 の外側に位置する第 1 軸部、第 2 軸部、枠体部 13 、支持部 15 の上面には、反射防止処理が施されているのが好ましい。これにより、光反射板 113 以外に照射された不要光が迷光となるのを防止することができる。

【0043】

かかる反射防止処理としては、特に限定されないが、例えば、反射防止膜（誘電体多層膜）の形成、粗面化処理、黒色処理等が挙げられる。

なお、前述した基部 111 、軸部 12a 、 12b および軸部 14a 、 14b 、 14c 、 14d の構成材料および形成方法は、一例であり、本発明は、これに限定されるものではない。

【0044】

また、本実施形態では、スペーサー 112 および光反射板 113 も、SOI 基板をエッチングすることにより形成されている。そして、スペーサー 112 は、SOI 基板の SiO₂ 層および第 2 の Si 層からなる積層体で構成されている。また、光反射板 113 は、SOI 基板の第 1 の Si 層で構成されている。

このように、SOI 基板を用いてスペーサー 112 および光反射板 113 を形成することにより、互いに接合されたスペーサー 112 および光反射板 113 を簡単かつ高精度に製造することができる。

【0045】

このようなスペーサー 112 は、例えば、接着剤、ろう材等の接合材（図示せず）により基部 111 に接合されている。

前述した枠体部 13 の下面（光反射板 113 とは反対側の面）には、永久磁石 21 が接合されている。

永久磁石 21 と枠体部 13 との接合方法としては、特に限定されないが、例えば、接着剤を用いた接合方法を用いることができる。

永久磁石 21 は、平面視にて、X 軸および Y 軸に対して傾斜する方向に磁化されている。

【0046】

本実施形態では、永久磁石 21 は、X 軸および Y 軸に対して傾斜する方向に延在する長手形状（棒状）をなす。そして、永久磁石 21 は、その長手方向に磁化されている。すなわち、永久磁石 21 は、一端部を S 極とし、他端部を N 極とするように磁化されている。

また、永久磁石 21 は、平面視にて、X 軸と Y 軸との交点を中心として対称となるように設けられている。

【0047】

なお、本実施形態では、枠体部 13 に 1 つの永久磁石の数を設置した場合を例に説明するが、これに限定されず、例えば、枠体部 13 に 2 つの永久磁石を設置してもよい。この場合、例えば、長尺状をなす 2 つの永久磁石を、平面視にて基部 111 を介して互いに対向するとともに、互いに平行となるように、枠体部 13 に設置すればよい。

X 軸に対する永久磁石 21 の磁化の方向（延在方向）の傾斜角 θ は、特に限定されないが、30° 以上 60° 以下であるのが好ましく、45° 以上 60° 以下であることがより好ましく、45° であるのがさらに好ましい。このように永久磁石 21 を設けることで、円滑かつ確実に可動ミラー部 11 を X 軸の周りに回動させることができる。

【0048】

これに対し、傾斜角 θ が前記下限値未満であると、電圧印加部 4 によりコイル 31 に印加される電圧の強さなどの諸条件によっては、可動ミラー部 11 を十分に X 軸周りに回動させることができない場合がある。一方、傾斜角 θ が前記上限値を超えると、諸条件によつては、可動ミラー部 11 を十分に Y 軸周りに回動させることができない場合がある。

このような永久磁石 21 としては、例えば、ネオジム磁石、フェライト磁石、サマリウム

10

20

30

40

50

ムコバルト磁石、アルニコ磁石、ボンド磁石等を好適に用いることができる。このような永久磁石21は、高磁性体を着磁したものであり、例えば、着磁前の硬磁性体を枠体部13に設置した後に着磁することにより形成される。既に着磁がなされた永久磁石21を枠体部13に設置しようとすると、外部や他の部品の磁界の影響により、永久磁石21を所望の位置に設置できない場合があるからである。

【0049】

永久磁石21の直下には、コイル31が設けられている。すなわち、枠体部13の下面に対向するように、コイル31が設けられている。これにより、コイル31から発生する磁界を効率的に永久磁石21に作用させることができる。これにより、光スキャナー1の省電力化および小型化を図ることができる。

本実施形態では、コイル31は、磁心32に巻回されて設けられている。これにより、コイル31で発生した磁界を効率的に永久磁石21に作用させることができる。なお、磁心32は、省略してもよい。

【0050】

このようなコイル31は、電圧印加部4に電気的に接続されている。

そして、電圧印加部4によりコイル31に電圧が印加されることで、コイル31からX軸およびY軸に直交する磁束を有する磁界が発生する。

電圧印加部4は、図3に示すように、可動ミラー部11をY軸周りに回動させるための第1の電圧 V_1 を発生させる第1の電圧発生部41と、可動ミラー部11をX軸周りに回動させるための第2の電圧 V_2 を発生させる第2の電圧発生部42と、第1の電圧 V_1 と第2の電圧 V_2 とを重畠する電圧重畠部43とを備え、電圧重畠部43で重畠した電圧をコイル31に印加する。

【0051】

第1の電圧発生部41は、図4(a)に示すように、周期 T_1 で周期的に変化する第1の電圧 V_1 (水平走査用電圧)を発生させるものである。すなわち、第1の電圧発生部41は、第1周波数($1/T_1$)の第1の電圧 V_1 を発生させるものである。

第1の電圧 V_1 は、正弦波のような波形をなしている。そのため、光スキャナー1は効果的に光を主走査することができる。なお、第1の電圧 V_1 の波形は、これに限定されない。

また、第1周波数($1/T_1$)は、水平走査に適した周波数であれば、特に限定されないが、 $10 \sim 40 \text{ kHz}$ であるのが好ましい。

【0052】

本実施形態では、第1周波数は、可動ミラー部11、1対の軸部12a、12bで構成される第1の振動系(ねじり振動系)のねじり共振周波数(f_1)と等しくなるように設定されている。つまり、第1の振動系は、そのねじり共振周波数 f_1 が水平走査に適した周波数になるように設計(製造)されている。これにより、可動ミラー部11のY軸周りの回動角を大きくすることができる。

【0053】

一方、第2の電圧発生部42は、図4(b)に示すように、周期 T_1 と異なる周期 T_2 で周期的に変化する第2の電圧 V_2 (垂直走査用電圧)を発生させるものである。すなわち、第2の電圧発生部42は、第2周波数($1/T_2$)の第2の電圧 V_2 を発生せるものである。

第2の電圧 V_2 は、鋸波のような波形をなしている。そのため、光スキャナー1は効果的に光を垂直走査(副走査)することができる。なお、第2の電圧 V_2 の波形は、これに限定されない。

【0054】

第2周波数($1/T_2$)は、第1周波数($1/T_1$)と異なり、かつ、垂直走査に適した周波数であれば、特に限定されないが、 $30 \sim 120 \text{ Hz}$ (60 Hz 程度)であるのが好ましい。このように、第2の電圧 V_2 の周波数を 60 Hz 程度とし、前述したように第1の電圧 V_1 の周波数を $10 \sim 40 \text{ kHz}$ とすることで、ディスプレイでの描画に適した

周波数で、可動ミラー部 1 1 を互いに直交する 2 軸 (X 軸および Y 軸) のそれぞれの軸周りに回動させることができる。ただし、可動ミラー部 1 1 を X 軸および Y 軸のそれぞれの軸周りに回動させることができれば、第 1 の電圧 V_1 の周波数と第 2 の電圧 V_2 の周波数との組み合わせは、特に限定されない。

【 0 0 5 5 】

本実施形態では、第 2 の電圧 V_2 の周波数は、可動ミラー部 1 1 、 1 対の軸部 1 2 a 、 1 2 b 、 枠体部 1 3 、 2 対の軸部 1 4 a 、 1 4 b 、 1 4 c 、 1 4 d および永久磁石 2 1 で構成された第 2 の振動系 (ねじり振動系) のねじり共振周波数 (共振周波数) と異なる周波数となるように調整されている。

このような第 2 の電圧 V_2 の周波数 (第 2 周波数) は、第 1 の電圧 V_1 の周波数 (第 1 周波数) よりも小さいことが好ましい。すなわち、周期 T_2 は、周期 T_1 よりも長いことが好ましい。これにより、より確実かつより円滑に、可動ミラー部 1 1 を Y 軸周りに第 1 周波数で回動させつつ、 X 軸周りに第 2 周波数で回動させることができる。

【 0 0 5 6 】

また、第 1 の振動系のねじり共振周波数を f_1 [Hz] とし、第 2 の振動系のねじり共振周波数を f_2 [Hz] としたとき、 f_1 と f_2 とが、 $f_2 < f_1$ の関係を満たすことが好ましく、 $f_1 = 10 f_2$ の関係を満たすことがより好ましい。これにより、より円滑に、可動ミラー部 1 1 を、 Y 軸周りに第 1 の電圧 V_1 の周波数で回動させつつ、 X 軸周りに第 2 の電圧 V_2 の周波数で回動させることができる。これに対し、 $f_1 = f_2$ とした場合は、第 2 周波数による第 1 の振動系の振動が起こる可能性がある。

【 0 0 5 7 】

このような第 1 の電圧発生部 4 1 および第 2 の電圧発生部 4 2 は、それぞれ、制御部 7 に接続され、この制御部 7 からの信号に基づき駆動する。このような第 1 の電圧発生部 4 1 および第 2 の電圧発生部 4 2 には、電圧重畠部 4 3 が接続されている。

電圧重畠部 4 3 は、コイル 3 1 に電圧を印加するための加算器 4 3 a を備えている。加算器 4 3 a は、第 1 の電圧発生部 4 1 から第 1 の電圧 V_1 を受けるとともに、第 2 の電圧発生部 4 2 から第 2 の電圧 V_2 を受け、これらの電圧を重畠しコイル 3 1 に印加するようになっている。

【 0 0 5 8 】

次に、光スキャナー 1 の駆動方法について説明する。なお、本実施形態では、前述したように、第 1 の電圧 V_1 の周波数は、第 1 の振動系のねじり共振周波数と等しく設定されており、第 2 の電圧 V_2 の周波数は、第 2 の振動系のねじり共振周波数と異なる値に、かつ、第 1 の電圧 V_1 の周波数よりも小さくなるように設定されている (例えば、第 1 の電圧 V_1 の周波数が 18 kHz 、第 2 の電圧 V_2 の周波数が 60 Hz に設定されている) 。

【 0 0 5 9 】

例えば、図 4 (a) に示すような第 1 の電圧 V_1 と、図 4 (b) に示すような第 2 の電圧 V_2 とを電圧重畠部 4 3 にて重畠し、重畠した電圧をコイル 3 1 に印加する。

すると、第 1 の電圧 V_1 によって、永久磁石 2 1 の一端部 (N 極) をコイル 3 1 に引き付けようとするとともに、永久磁石 2 1 の他端部 (S 極) をコイル 3 1 から離間させようとする磁界 (この磁界を「磁界 A 1 」という) と、永久磁石 2 1 の一端部 (N 極) をコイル 3 1 から離間させようとするとともに、永久磁石 2 1 の他端部 (S 極) をコイル 3 1 に引き付けようとする磁界 (この磁界を「磁界 A 2 」という) とが交互に切り換わる。

【 0 0 6 0 】

ここで、上述したように、永久磁石 2 1 は、それぞれの端部 (磁極) が、 Y 軸で分割される 2 つの領域に位置するように配置される。すなわち、図 1 の平面図において、 Y 軸を挟んで一方側に永久磁石 2 1 の N 極が位置し、他方側に永久磁石 2 1 の S 極が位置している。そのため、磁界 A 1 と磁界 A 2 とが交互に切り換わることで、枠体部 1 3 に Y 軸周りのねじり振動成分を有する振動が励振され、その振動に伴って、軸部 1 2 a 、 1 2 b を捩れ変形させつつ、可動ミラー部 1 1 が第 1 の電圧 V_1 の周波数で Y 軸まわりに回動する。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

また、第1の電圧 V_1 の周波数は、第1の振動系のねじり共振周波数と等しい。そのため、第1の電圧 V_1 によって、効率的に、可動ミラー部11をY軸周りに回動させることができる。すなわち、前述した枠体部13のY軸周りのねじり振動成分を有する振動が小さくても、その振動に伴う可動ミラー部11のY軸周りの回動角を大きくすることができる。

【0062】

一方、第2の電圧 V_2 によって、永久磁石21の一端部(N極)をコイル31に引き付けようするとともに、永久磁石21の他端部(S極)をコイル31から離間させようとする磁界(この磁界を「磁界B1」という)と、永久磁石21の一端部(N極)をコイル31から離間させようするとともに、永久磁石21の他端部(S極)をコイル31に引き付けようとする磁界(この磁界を「磁界B2」という)とが交互に切り換わる。10

【0063】

ここで、上述したように、永久磁石21は、それぞれの端部(磁極)が、X軸で分割される2つの領域に位置するように配置される。すなわち図1の平面図において、X軸を挟んで一方側に永久磁石21のN極が位置し、他方側に永久磁石21のS極が位置している。そのため、磁界B1と磁界B2とが交互に切り換わることで、軸部14a、14bおよび軸部14c、14dをそれぞれ捩れ変形させつつ、枠体部13が可動ミラー部11とともに、第2の電圧 V_2 の周波数でX軸周りに回動する。

また、第2の電圧 V_2 の周波数は、第1の電圧 V_1 の周波数に比べて極めて低く設定されている。また、第2の振動系のねじり共振周波数は、第1の振動系のねじり共振周波数よりも低く設計されている。そのため、可動ミラー部11が第2の電圧 V_2 の周波数でY軸周りに回動してしまうことを防止することができる。20

【0064】

以上説明したように光スキャナー1では、第1の電圧 V_1 と第2の電圧 V_2 とを重畠させた電圧をコイル31に印加することで、可動ミラー部11を、Y軸周りに第1の電圧 V_1 の周波数で回動させつつ、X軸周りに第2の電圧の V_2 の周波数で回動させることができる。これにより、装置の低コスト化および小型化を図るとともに、電磁駆動方式(ムービングマグネット方式)により、可動ミラー部11をX軸およびY軸のそれぞれの軸周りに回動させることができる。また、駆動源を構成する部品(永久磁石およびコイル)の数を少なくすることができるため、簡単かつ小型な構成とすることができる。また、コイル31が光スキャナー1の振動系と離間しているので、かかる振動系に対するコイル31の発熱による悪影響を防止することができる。30

特に、光反射板113が軸部12a、12bに対して厚さ方向に離間するとともに厚さ方向からみたときに軸部12a、12bと重なって設けられているので、光スキャナー1の小型化を図ることができる。

【0065】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

図5は、本発明の光スキャナー(光学デバイス)の第2実施形態を示す断面図(X軸に沿った断面図)である。なお、以下では、説明の便宜上、図5中の上側を「上」、下側を「下」と言う。40

【0066】

以下、第2実施形態について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。なお、図5において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

本実施形態の光スキャナーは、枠体部および永久磁石の構成(形状)が異なる以外は、前述した第1実施形態の光スキャナーと同様である。

【0067】

図5に示すように、第2実施形態の光スキャナー1Aは、枠体部13Aおよび永久磁石21Aを備える。50

枠体部 13 A は、枠状をなし、可動ミラー部 11 の基部（可動部）111 を囲んで設けられている。

そして、枠体部 13 A は、軸部 14 a、14 b、14 c、14 d を介して支持部 15 に支持されている。また、可動ミラー部 11 の基部 111 は、軸部 12 a、12 b を介して枠体部 13 A に支持されている。

【0068】

本実施形態では、枠体部 13 A は、SOI 基板の第 1 の Si 層で構成されている。これにより、枠体部 13 の慣性モーメントを抑えることができる。

このような枠体部 13 A の下面（光反射板 113 とは反対側の面）には、永久磁石 21 A が接合されている。

永久磁石 21 A は、枠体部 13 A 側に凹部が形成されている。これにより、可動ミラー部 11 が永久磁石 21 A に接触するのを防止することができる。

以上説明したような第 2 実施形態の光スキャナー 1 A によっても、小型化を図りつつ、2 次元的に光を走査することができる。

【0069】

<第 3 実施形態>

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。

図 6 は、本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第 3 実施形態を示す平面図、図 7 は、図 6 に示す光スキャナーの断面図（X 軸に沿った断面図）である。なお、以下では、説明の便宜上、図 7 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0070】

以下、第 3 実施形態について、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。なお、図 6 および図 7 において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

本実施形態の光スキャナーは、ムービングコイル方式を採用した以外は、前述した第 1 実施形態の光スキャナーと同様である。

【0071】

図 6 に示すように、第 3 実施形態の光スキャナー 1 B は、永久磁石 21 B およびコイル 31 B を備える。

コイル 31 B は、枠体部 13 の上面に設けられている。このコイル 31 B は、枠体部 13 の周方向に沿って巻回された状態で、枠体部 13 の上面に接合されている。

このコイル 31 B は、予め巻回されたコイルを枠体部 13 に接着剤により接合したものであってもよいし、枠体部 13 上に公知の成膜法によりパターニングされたものであってもよい。

【0072】

このようなコイル 31 B は、電圧印加部 4 に電気的に接続されている。

なお、コイル 31 B は、枠体部 13 の下面（光反射板 113 とは反対側の面）に設けられてもよいし、また、枠体部 13 の上面および下面の両方に設けられてもよい。

永久磁石 21 B は、平面視にて、コイル 31 B を介して互いに対向する 1 対の磁極（S 極およびN 極）を有する。

【0073】

この永久磁石 21 B は、X 軸およびY 軸に対して傾斜する方向に磁界を発生させる。すなわち、永久磁石 21 B の一方の磁極と他方の磁極とを結ぶ線分が X 軸に対して傾斜している。かかる線分の X 軸に対する傾斜角は、前述した第 1 実施形態の傾斜角 と同様である。

このような永久磁石 21 B、コイル 31 B および電圧印加部 4 は、可動ミラー部 11 を X 軸およびY 軸周りに揺動（）させる駆動部を構成する。

【0074】

すなわち、電圧印加部 4 がコイル 31 B に電圧を印加することにより、コイル 31 B および永久磁石 21 B の磁界の相互作用により、可動ミラー部 11 を X 軸周りおよび Y 軸周

りに揺動させる。これにより、小型化を図りつつ、電磁駆動方式（ムービングコイル方式）により、可動ミラー部11をX軸周りおよびY軸周りに揺動させることができる。

以上説明したような第3実施形態の光スキャナー1Bによっても、小型化を図りつつ、2次元的に光を走査することができる。

【0075】

<第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態について説明する。

図8は、本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第4実施形態を示す平面図、図9は、図8に示す光スキャナーの断面図（X軸に沿った断面図）、図10は、図8に示す光スキャナーが備える駆動部の電圧印加部を説明するためのブロック図、図11は、図10に示す第1の電圧発生部および第2の電圧発生部での発生電圧の一例を示す図である。なお、以下では、説明の便宜上、図9中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0076】

以下、第4実施形態について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。なお、図8～図10において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

本実施形態の光スキャナーは、圧電駆動方式を採用した以外は、前述した第1実施形態の光スキャナーと同様である。

【0077】

図8に示すように、第4実施形態の光スキャナー1Cは、枠体部13C、4つ（2対）の軸部14e、14f、14g、14h（第2軸部）、支持部15Cおよび4つ（2対）の圧電素子33a、33b、33c、33dを備える。

枠体部13Cは、枠状をなし、可動ミラー部11の基部（可動部）111を囲んで設けられている。

【0078】

そして、枠体部13Cは、軸部14e、14f、14g、14hを介して支持部15Cに支持されている。また、可動ミラー部11の基部111は、軸部12a、12bを介して枠体部13Cに支持されている。

2対の軸部（梁）14e、14f、14g、14hは、枠体部13Cを介して、一方の側に1対の軸部14e、14fが設けられ、他方の側に1対の軸部14g、14hが設けられている。

【0079】

そして、これらの軸部14e、14f、14g、14hは、平面視にて、枠体部13Cの中心に対し点対称となるように設けられている。

支持部15Cは、前述した枠体部13Cの外周を囲むように形成されている。

そして、1対の軸部14e、14fは、それぞれ、枠体部13Cと支持部15Cとを連結している。これと同様に、1対の軸部14g、14hは、それぞれ、枠体部13Cと支持部15Cとを連結している。

【0080】

各軸部14e、14f、14g、14hは、弾性変形可能であり、長手形状をなすとともに、Y軸に平行に延在している。このような2対の軸部14e、14f、14g、14hにあっては、軸部14e、14gと軸部14f、14hとを互いに反対方向に曲げ変形させることにより、枠体部13CをX軸周りに揺動（回動）させることができ、また、軸部14e、14fと軸部14g、14hとを互いに反対方向に曲げ変形させることにより、枠体部13CをY軸周りに揺動（回動）させることができる。

そして、このようにX軸周りおよびY軸周りに枠体部13Cを回動させるために、軸部14e上には圧電素子33a、軸部14f上には圧電素子33b、軸部14g上には圧電素子33c、軸部14h上には圧電素子33dが設けられている。

【0081】

以下、圧電素子33a、33bについて代表的に詳述する。なお、圧電素子33c、33dについても、同様に詳述する。

10

20

30

40

50

3 d については、圧電素子 3 3 a、3 3 b と同様である。

圧電素子 3 3 a は、軸部 1 4 e の上面に接合され、軸部 1 4 e の長手方向に伸縮するよう構成されている。これにより、圧電素子 3 3 a は、その伸縮により、軸部 1 4 e を上下方向に曲げ変形させることができる。また、圧電素子 3 3 b は、軸部 1 4 f の上面に接合され、軸部 1 4 f の長手方向に伸縮するよう構成されている。これにより、圧電素子 3 3 b は、その伸縮により、軸部 1 4 f を上下方向に曲げ変形させる。

【0082】

言い換えすれば、圧電素子 3 3 a は、軸部 1 4 e の長手方向に沿って延在し、その延在方向に伸縮することにより、軸部 1 4 e を曲げ変形させる。これにより、比較的簡単な構成で、より確実に、圧電素子 3 3 a により軸部 1 4 e を曲げ変形させることができる。これと同様に、圧電素子 3 3 b は、軸部 1 4 f の長手方向に沿って延在し、その延在方向に伸縮することにより、軸部 1 4 f を曲げ変形させる。これにより、比較的簡単な構成で、より確実に、圧電素子 3 3 b により軸部 1 4 f を曲げ変形させることができる。

10

このような圧電素子 3 3 a、3 3 b は、それぞれ、例えば、いずれも図示しないが、圧電材料を主材料として構成された圧電体層と、この圧電体層を挟持する 1 対の電極とを有している。

【0083】

この圧電材料としては、例えば、酸化亜鉛、窒化アルミニウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、ニオブ酸カリウム、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT)、チタン酸バリウム、その他、各種のものが挙げられる。これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせて用いることができるが、特に、酸化亜鉛、窒化アルミニウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、ニオブ酸カリウムおよびチタン酸ジルコン酸鉛のうちの少なくとも 1 種を主とするものが好ましい。このような材料で圧電素子 3 3 a、3 3 b の圧電体層を構成することにより、より高い周波数で光スキャナー 1 C を駆動することができる。

20

【0084】

また、圧電素子 3 3 a は、軸部 1 4 e の上面のほぼ全体を覆うように設けられている。したがって、圧電素子 3 3 a は、軸部 1 4 e の長手方向でのほぼ全域に亘って設けられている。これにより、圧電素子 3 3 a の作動により、軸部 1 4 e をより大きく曲げ変形させることができる。これと同様に、圧電素子 3 3 b は、軸部 1 4 f の上面のほぼ全体を覆うように設けられている。したがって、圧電素子 3 3 b は、軸部 1 4 f の長手方向でのほぼ全域に亘って設けられている。これにより、圧電素子 3 3 b の作動により、軸部 1 4 f をより大きく曲げ変形させることができる。

30

【0085】

このような圧電素子 3 3 a、3 3 b は、ともに上面側に設けられているので、一方を伸張させ他方を収縮させるように動作させると、1 対の軸部 1 4 e、1 4 f を互いに逆方向に曲げ変形させることができる。

前述した圧電素子 3 3 a、3 3 b と同様に、圧電素子 3 3 c、3 3 d は構成されている。このような圧電素子 3 3 c、3 3 d は、前述した圧電素子 3 3 a、3 3 b と同様に、ともに上面側に設けられているので、一方を伸張させ他方を収縮させるように動作させると、1 対の軸部 1 4 g、1 4 h を互いに逆方向に曲げ変形させることができる。

40

【0086】

このような圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 3 c、3 3 d は、図示しない配線を介して、後述する電圧印加部 4 C に接続されている。

電圧印加部 4 C は、図 10 に示すように、可動ミラー部 1 1 を Y 軸周りに回動させるための第 1 の電圧を発生させる第 1 の電圧発生部 4 1 C と、可動ミラー部 1 1 を X 軸周りに回動させるための第 2 の電圧を発生させる第 2 の電圧発生部 4 2 C と、第 1 の電圧と第 2 の電圧を重畠して圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 3 c、3 3 d に印加する電圧重畠部 4 3 C とを備えている。

【0087】

第 1 の電圧発生部 4 1 C は、図 11 (a) ~ (d) の右側に示すように、周期 T_1 で周

50

期的に変化する電圧（水平走査用電圧）を発生させるものである。すなわち、第1の電圧発生部41Cは、第1周波数（ $1/T_1$ ）で周期的に変化する2種の第1の電圧 V_{11} 、 V_{12} を発生するものである。

より具体的に説明すると、第1の電圧発生部41Cは、圧電素子33a、33bにそれぞれ印加する水平走査用電圧（水平走査駆動信号）として、図11(a)、(b)の右側に示すように、周期 T_1 で周期的に変化する第1の電圧 V_{11} を発生する。

【0088】

第1の電圧 V_{11} は、正弦波のような波形をなしている。そのため、光スキャナー1Cは効果的に光を主走査することができる。なお、第1の電圧 V_{11} の波形は、これに限定されない。

ここで、第1周波数（ $1/T_1$ ）は、水平走査に適した周波数であれば、特に限定されないが、10～40kHzであるのが好ましい。また、第1周波数は可動ミラー部11および軸部12a、12bで構成される振動系のねじり共振周波数と略一致させるように設定することが好ましい。つまり、かかる振動系のねじり共振周波数が、水平走査に適した周波数になるように設計されていることが好ましい。

また、第1の電圧発生部41Cは、圧電素子33c、33dにそれぞれ印加する水平走査用電圧（水平走査駆動信号）として、図11(c)、(d)の右側に示すように、周期 T_1 で周期的に変化する第1の電圧 V_{12} を発生する。この第1の電圧 V_{12} は、第1の電圧 V_{11} と同一波形であるが、第1の電圧 V_{11} に対し 180° 位相がずれている。

【0089】

一方、第2の電圧発生部42Cは、図11(a)～(d)の左側に示すように、周期 T_1 と異なる周期 T_2 で周期的に変化する電圧（垂直走査用電圧）を発生させるものである。すなわち、第2の電圧発生部42Cは、第1周波数（ $1/T_1$ ）と異なる2種の第2周波数（ $1/T_2$ ）で周期的に変化する第2の電圧 V_{21} 、 V_{22} を発生するものである。

より具体的に説明すると、第2の電圧発生部42Cは、圧電素子33a、33cにそれぞれ印加する垂直走査用電圧（垂直走査駆動信号）として、図11(a)、(c)の左側に示すように、周期 T_1 と異なる周期 T_2 で周期的に変化する第2の電圧 V_{21} を発生する。

【0090】

第2の電圧 V_{21} は、鋸波のような波形をなしている。そのため、光スキャナー1Cは効果的に光を副走査することができる。なお、第2の電圧 V_{21} の波形は、これに限定されない。

ここで、第2周波数（ $1/T_2$ ）は、第1周波数（ $1/T_1$ ）と異なり、かつ、垂直走査に適した周波数であれば、特に限定されないが、第1周波数（ $1/T_1$ ）よりも小さいのが好ましい。すなわち、周期 T_2 は、周期 T_1 よりも長いのが好ましい。

【0091】

また、第2周波数（ $1/T_2$ ）は、40～80Hz（60Hz程度）であるのが好ましい。これにより、ディスプレイでの描画に適した周波数で、可動ミラー部11を互いに直交する2軸（X軸およびY軸）のそれぞれの軸まわりに回動させることができる。

また、第2の電圧発生部42Cは、圧電素子33b、33dにそれぞれ印加する垂直走査用電圧（垂直走査駆動信号）として、図11(b)、(d)の左側に示すように、周期 T_2 で周期的に変化する第2の電圧 V_{22} を発生する。この第2の電圧 V_{22} は、第2の電圧 V_{21} をある基準電圧に対して反転した同一波形である。

【0092】

このような第1の電圧発生部41Cおよび第2の電圧発生部42Cは、それぞれ、制御部7に接続され、この制御部7からの信号に基づき駆動する。

このような第1の電圧発生部41Cおよび第2の電圧発生部42Cには、電圧重畠部43Cが接続されている。この電圧重畠部43Cは、圧電素子33aに電圧を印加するための加算器43aと、圧電素子33bに電圧を印加するための加算器43bと、圧電素子33cに電圧を印加するための加算器43cと、圧電素子33dに電圧を印加するための加

10

20

30

40

50

算器 4 3 d とを備えている。

【 0 0 9 3 】

加算器 4 3 a は、第 1 の電圧発生部 4 1 C から第 1 の電圧 $V_{1,1}$ を受けるとともに、第 2 の電圧発生部 4 2 C から第 2 の電圧 $V_{2,1}$ を受け、これらを重畠し圧電素子 3 3 a に印加するようになっている。

また、加算器 4 3 b は、第 1 の電圧発生部 4 1 C から第 1 の電圧 $V_{1,1}$ を受けるとともに、第 2 の電圧発生部 4 2 C から第 2 の電圧 $V_{2,2}$ を受け、これらを重畠し圧電素子 3 3 b に印加するようになっている。

【 0 0 9 4 】

また、加算器 4 3 c は、第 1 の電圧発生部 4 1 C から第 1 の電圧 $V_{1,2}$ を受けるとともに、第 2 の電圧発生部 4 2 C から第 2 の電圧 $V_{2,1}$ を受け、これらを重畠し圧電素子 3 3 c に印加するようになっている。

また、加算器 4 3 d は、第 1 の電圧発生部 4 1 C から第 1 の電圧 $V_{1,2}$ を受けるとともに、第 2 の電圧発生部 4 2 C から第 2 の電圧 $V_{2,2}$ を受け、これらを重畠し圧電素子 3 3 d に印加するようになっている。

【 0 0 9 5 】

以上のような構成の光スキャナー 1 C は、次のようにして駆動する。

例えば、図 11 (a) に示すような電圧 $V_{1,1}$ と $V_{2,1}$ を重畠して圧電素子 3 3 a に印加するとともに、図 11 (b) に示すような電圧 $V_{1,1}$ と $V_{2,2}$ を重畠して圧電素子 3 3 b に印加する。これと同期して、図 11 (c) に示すような電圧 $V_{1,2}$ と $V_{2,1}$ を重畠して圧電素子 3 3 c に印加するとともに、図 11 (d) に示すような電圧 $V_{1,2}$ と $V_{2,2}$ を重畠して圧電素子 3 3 d に印加する。

【 0 0 9 6 】

すると、第 1 周波数 ($1/T_1$) で、圧電素子 3 3 a、3 3 b を伸張させるとともに圧電素子 3 3 c、3 3 d を収縮させる状態と、圧電素子 3 3 a、3 3 b を収縮させるとともに圧電素子 3 3 c、3 3 d を伸長させる状態とを交互に繰り返しながら、第 2 周波数 ($1/T_2$) で、圧電素子 3 3 a、3 3 c を伸張させるとともに圧電素子 3 3 b、3 3 d を収縮させる状態と圧電素子 3 3 a、3 3 c を収縮させるとともに、圧電素子 3 3 b、3 3 d を伸長させる状態とを交互に繰り返す。

【 0 0 9 7 】

言い換えると、第 2 周波数 ($1/T_2$) で、圧電素子 3 3 a、3 3 c の伸縮可能な範囲 (変位可能な長さ) に対する圧電素子 3 3 b、3 3 d の伸張可能な範囲 (変位可能な長さ) の比を変化させながら、第 1 周波数 ($1/T_1$) で、圧電素子 3 3 a、3 3 b と圧電素子 3 3 c、3 3 d とを互いに反対方向に伸張させる。

このように圧電素子 3 3 a ~ 3 3 d が作動することにより、各軸部 1 4 e、1 4 f、1 4 g、1 4 h が主に曲げ変形しながら、枠体部 1 3 C は、Y 軸周りに第 1 周波数 ($1/T_1$) で揺動 (回動) しつつ、X 軸周りに第 2 周波数 ($1/T_2$) で揺動 (回動) する。

【 0 0 9 8 】

このように電圧印加部 4 C が各圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 3 c、3 3 d に電圧を印加することにより、可動ミラー部 1 1 を、Y 軸周りに第 1 周波数 ($1/T_1$) で回動させつつ、X 軸周りに第 2 周波数 ($1/T_2$) で回動させる。

これにより、小型化を図りつつ、圧電駆動方式により、可動ミラー部 1 1 を X 軸周りおよび Y 軸周りに揺動させることができる。

【 0 0 9 9 】

なお、圧電駆動方式の光スキャナーの形態は、上記に限定されるものではない。例えば、各圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 3 c、3 3 d の形状は、各軸部 1 4 e、1 4 f、1 4 g、1 4 h を曲げ変形させることができることで、伸縮が得られる形状であればよく、平面視で台形であってもよい。また、各軸部 1 4 e、1 4 f、1 4 g、1 4 h による枠体部 1 3 C と支持部 1 5 C の接続の仕方についても、各軸部 1 4 e、1 4 f、1 4 g、1 4 h の曲げ変形によって、枠体部 1 3 C を Y 軸周りに揺動しつつ、X 軸周りに揺動できるように構

10

20

30

40

50

成されていればよい。

以上説明したような第4実施形態の光スキャナー1Cによっても、小型化を図りつつ、2次元的に光を走査することができる。

【0100】

<第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態について説明する。

図12は、本発明の光スキャナー（光学デバイス）の第5実施形態を示す平面図である。

以下、第5実施形態について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。なお、図12において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

【0101】

本実施形態の光スキャナーは、光反射板113の平面視形状が異なる以外は、前述した第1実施形態の光スキャナーと同様である。

図12に示すように、第5実施形態の光スキャナー1Dは、可動ミラー部11Dを備える。

可動ミラー部11Dは、基部（可動部）111と、スペーサー112を介して基部111に固定された光反射板113Dとを有する。

【0102】

光反射板113Dは、平面視にて、X軸およびY軸の双方の軸に沿った方向に外側に向けて突出した部分を有する形状をなす。言い換えると、光反射板113Dは、平面視にて、略十字状をなしている。これにより、光反射板113DのX軸周りおよびY軸周りの慣性モーメントを抑えつつ、光反射板113Dを平面視にて軸部12a、12b、枠体部13または軸部14a、14b、14c、14dを覆うように設けることができる。

【0103】

以上説明したような第5実施形態の光スキャナー1Dによっても、小型化を図りつつ、2次元的に光を走査することができる。

以上説明したような光スキャナー1～1Dは、それぞれ、例えば、プロジェクター、ヘッドアップディスプレイ（HUD）、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）のようなイメージング用ディスプレイ等の画像表示装置が備える光スキャナーに好適に適用することができる。

【0104】

<画像表示装置の実施形態>

図13は、本発明の画像表示装置の実施形態を模式的に示す図である。

本実施形態では、画像表示装置の一例として、光スキャナー1をイメージング用ディスプレイの光スキャナーとして用いた場合を説明する。なお、スクリーンSの長手方向を「横方向」といい、長手方向に直角な方向を「縦方向」という。また、X軸がスクリーンSの横方向と平行であり、Y軸がスクリーンSの縦方向と平行である。

【0105】

画像表示装置（プロジェクター）9は、レーザーなどの光を照出する光源装置（光源）91と、複数のダイクロイックミラー92A、92B、92Cと、光スキャナー1とを有している。

光源装置91は、赤色光を照出する赤色光源装置911と、青色光を照出する青色光源装置912と、緑色光を照出する緑色光源装置913とを備えている。

【0106】

各ダイクロイックミラー92A、92B、92Cは、赤色光源装置911、青色光源装置912、緑色光源装置913のそれぞれから照出された光を合成する光学素子である。

このような画像表示装置9は、図示しないホストコンピューターからの画像情報に基づいて、光源装置91（赤色光源装置911、青色光源装置912、緑色光源装置913）から照出された光をダイクロイックミラー92A、92B、92Cでそれぞれ合成し、こ

10

20

30

40

50

の合成された光が光スキャナー 1 によって 2 次元走査され、スクリーン S 上でカラー画像を形成するように構成されている。

【 0 1 0 7 】

2 次元走査の際、光スキャナー 1 の可動ミラー部 1 1 の Y 軸周りの回動により光反射部 1 1 4 で反射した光がスクリーン S の横方向に走査（主走査）される。一方、光スキャナー 1 の可動ミラー部 1 1 の X 軸周りの回動により光反射部 1 1 4 で反射した光がスクリーン S の縦方向に走査（副走査）される。

なお、図 1 3 中では、ダイクロイックミラー 9 2 A、9 2 B、9 2 C で合成された光を光スキャナー 1 によって 2 次元的に走査した後、その光を固定ミラー 9 3 で反射させてからスクリーン S に画像を形成するように構成されているが、固定ミラー 9 3 を省略し、光スキャナー 1 によって 2 次元的に走査された光を直接スクリーン S に照射してもよい。 10

【 0 1 0 8 】

以下に、画像表示装置の応用例について説明する。

< 画像表示装置の応用例 1 >

図 1 4 は、本発明の画像表示装置の応用例 1 を示す斜視図である。

図 1 4 に示すように、画像表示装置 9 は、携帯用画像表示装置 1 0 0 に適用することができる。

【 0 1 0 9 】

この携帯用画像表示装置 1 0 0 は、手で把持することができる寸法で形成されたケーシング 1 1 0 と、ケーシング 1 1 0 内に内蔵された画像表示装置 9 とを有している。この携帯用画像表示装置 1 0 0 により、例えば、スクリーンや、デスク上等の所定の面に、所定の画像を表示することができる。 20

また、携帯用画像表示装置 1 0 0 は、所定の情報を表示するディスプレイ 1 2 0 と、キーパッド 1 3 0 と、オーディオポート 1 4 0 と、コントロールボタン 1 5 0 と、カードスロット 1 6 0 と、A V ポート 1 7 0 とを有している。

なお、携帯用画像表示装置 1 0 0 は、通話機能、G S P 受信機能等の他の機能を備えていてもよい。

【 0 1 1 0 】

< 画像表示装置の応用例 2 >

図 1 5 は、本発明の画像表示装置の応用例 2 を示す斜視図である。 30

図 1 5 に示すように、画像表示装置 9 は、ヘッドアップディスプレイシステム 2 0 0 に適用することができる。

このヘッドアップディスプレイシステム 2 0 0 では、画像表示装置 9 は、自動車のダッシュボードに、ヘッドアップディスプレイ 2 1 0 を構成するよう搭載されている。このヘッドアップディスプレイ 2 1 0 により、フロントガラス 2 2 0 に、例えば、目的地までの案内表示等の所定の画像を表示することができる。

なお、ヘッドアップディスプレイシステム 2 0 0 は、自動車に限らず、例えば、航空機、船舶等にも適用することができる。

【 0 1 1 1 】

< 画像表示装置の応用例 3 >

図 1 6 は、本発明の画像表示装置の応用例 3 を示す斜視図である。 40

図 1 6 に示すように、画像表示装置 9 は、ヘッドマウントディスプレイ 3 0 0 に適用することができる。

すなわち、ヘッドマウントディスプレイ 3 0 0 は、眼鏡 3 1 0 と、眼鏡 3 1 0 に搭載された画像表示装置 9 とを有している。そして、画像表示装置 9 により、眼鏡 3 1 0 の本来レンズである部位に設けられた表示部 3 2 0 に、一方の目で視認される所定の画像を表示する。

【 0 1 1 2 】

表示部 3 2 0 は、透明であってもよく、また、不透明であってもよい。表示部 3 2 0 が透明な場合は、現実世界からの情報に画像表示装置 9 からの情報を上乗せして使用するこ 50

とができる。

なお、ヘッドマウントディスプレイ300に、2つ画像表示装置9を設け、両方の目で視認される画像を、2つの表示部に表示するようにしてよい。

【 0 1 1 3 】

以上、本発明の光学デバイス、光スキャナーおよび画像表示装置について、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本発明の光学デバイス、光スキャナーおよび画像表示装置では、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができ、また、他の任意の構成を付加することもできる。

(0 1 1 4)

また、本発明は、前記各実施形態のうちの、任意の2以上の構成（特徴）を組み合わせたものであってもよい。

また、前述した実施形態では、第1軸部が2つ(1対)設けられている場合を例に説明したが、これに限定されず、例えば、第1軸部が4つ(2対)以上設けられていてもよい。

〔 0 1 1 5 〕

また、前述した実施形態では、第2軸部が4つ(2対)設けられている場合を例に説明したが、これに限定されず、例えば、第2軸部が2つ(1対)または6つ(3対)以上であってもよい。

また、前述した実施形態では、平面視にて光反射板が第1軸部全体、枠体部全体および第2軸部全体を覆う場合を例に説明したが、平面視にて光反射板が第1軸部の少なくとも一部（可動ミラー部の基部側の端部）が覆われていれば、前述したような光学デバイスの小型化、光反射板の大面積化、光反射板の動揺の防止、第1軸部の基部側の端部による迷光の防止等の効果を奏することができる。

〔 0 1 1 6 〕

また、前述した実施形態では、SOI基板を加工することにより光反射板およびスペーサーを形成した場合を例に説明したが、これに限定されず、例えば、光反射板およびスペーサーを別々の基板から形成してもよい。

また、光反射板と基部との間のスペーサーは、ハンダボールであってもよい。この場合、例えば、光反射板および基部のスペーサー側の面にそれぞれ金属膜を形成しておき、これらの金属膜同士をハンダボールを介して接合すればよい。

また、前述した実施形態では、本発明の光学デバイスを光スキャナーに適用した場合を例に説明したが、これに限定されず、本発明の光学デバイスは、例えば、光スイッチ、光アッテネータ等の他の光学デバイスにも適用可能である。

【符号の説明】

【 0 1 1 7 】

| | | | | | | | | |
|----|----------|------------|----------|------------|--------|-----------|--------|-------|
| 1 | 光スキャナー | 1 A | 光スキャナー | 1 B | 光スキャナー | 1 C | 光スキャナー | |
| 9 | 1 D | 光スキャナー | 4 | 電圧印加部 | 4 C | 電圧印加部 | 7 | 制御部 |
| 部 | 1 2 b | 軸部 | 1 3 | 枠体部 | 1 3 A | 枠体部 | 1 3 C | 枠体部 |
| | 軸部 | 1 4 b | 軸部 | 1 4 c | 軸部 | 1 4 d | 軸部 | 1 4 e |
| | 軸部 | 1 4 g | 軸部 | 1 4 h | 軸部 | 1 5 | 支持部 | 1 5 C |
| | 永久磁石 | 2 1 A | 永久磁石 | 2 1 B | 永久磁石 | 3 1 | コイル | 3 1 B |
| | イル | 3 2 | 磁心 | 3 3 a | 圧電素子 | 3 3 b | 圧電素子 | 3 3 c |
| | 3 3 d | 圧電素子 | 4 1 | 第1の電圧発生部 | 4 1 C | 第1の電圧発生部 | 4 2 | |
| | 第2の電圧発生部 | 4 2 C | 第2の電圧発生部 | 4 3 | 電圧重畠部 | 4 3 C | 電 | |
| | 圧重畠部 | 4 3 a | 加算器 | 4 3 b | 加算器 | 4 3 c | 加算器 | 4 3 d |
| | 9 1 | 光源装置 | 9 2 A | ダイクロイックミラー | 9 2 B | ダイクロイックミラ | | |
| 装置 | 9 2 C | ダイクロイックミラー | 9 3 | 固定ミラー | 1 0 0 | 携帯用画像表示 | | |
| | 1 1 0 | ケーシング | 1 1 1 | 基部(可動部) | 1 1 2 | スペーサー | 1 1 1 | |

10

20

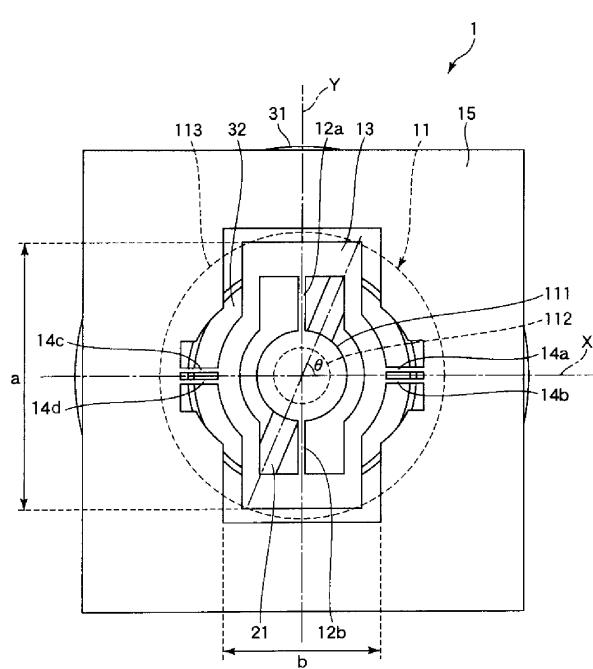
30

40

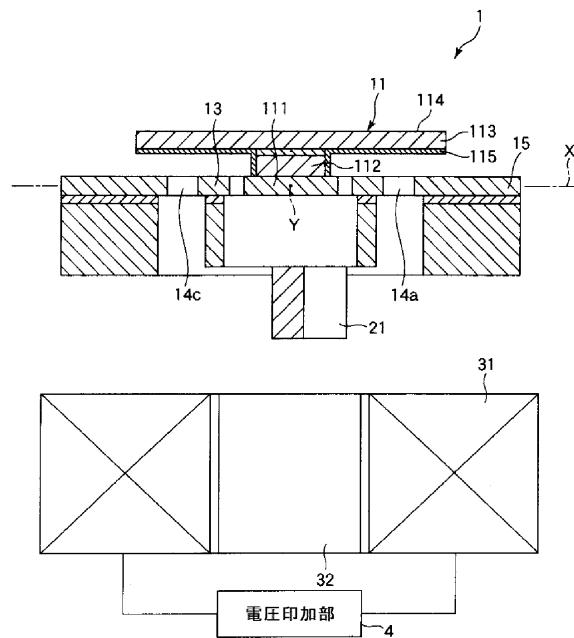
50

3 光反射板 113 D 光反射板 114 光反射部 115 硬質層 12
 0 ディスプレイ 130 キーパット 140 オーディオポート 150
 コントロールボタン 160 カードスロット 170 ポート 200 ヘッド
 アップディスプレイシステム 210 ヘッドアップディスプレイ 220 フロン
 トガラス 300 ヘッドマウントディスプレイ 310 眼鏡 320 表示部
 911 赤色光源装置 912 青色光源装置 913 緑色光源装置 S
 スクリーン T₁ 周期 T₂ 周期 V₁ 第1の電圧 V₁₁ 第1の電圧
 V₁₂ 第1の電圧 V₂ 第2の電圧 V₂₁ 第2の電圧 V₂₂ 第2
 の電圧 傾斜角

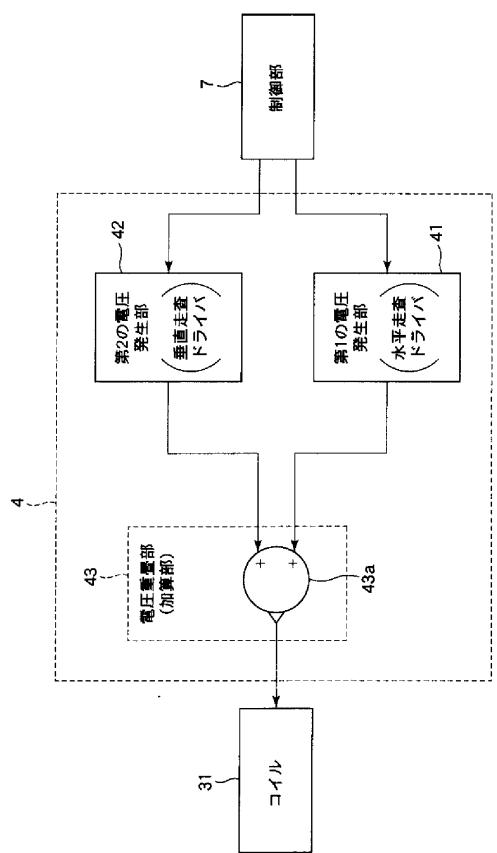
【図1】



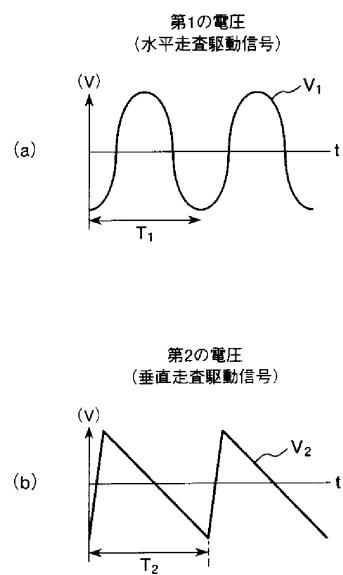
【図2】



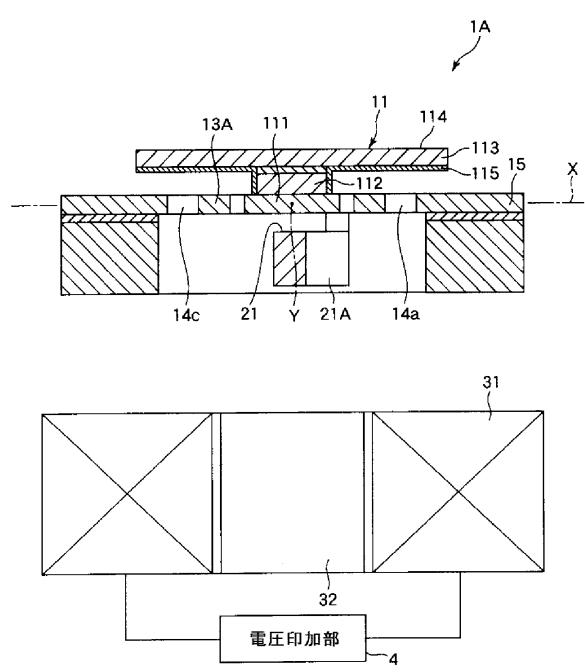
【図3】



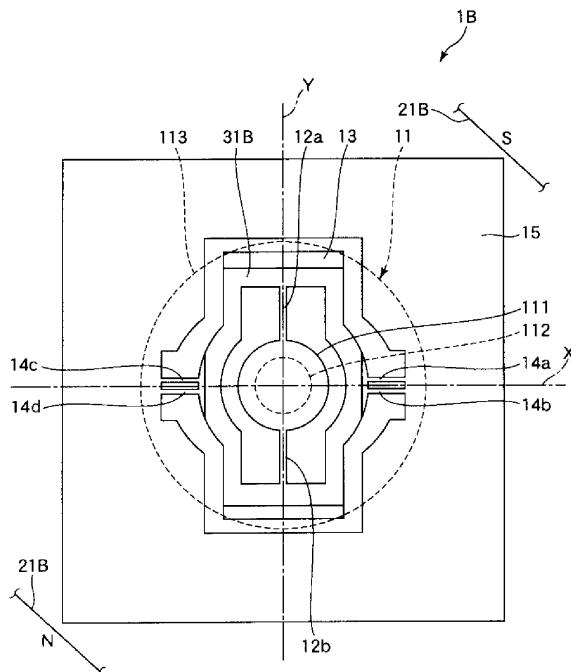
【図4】



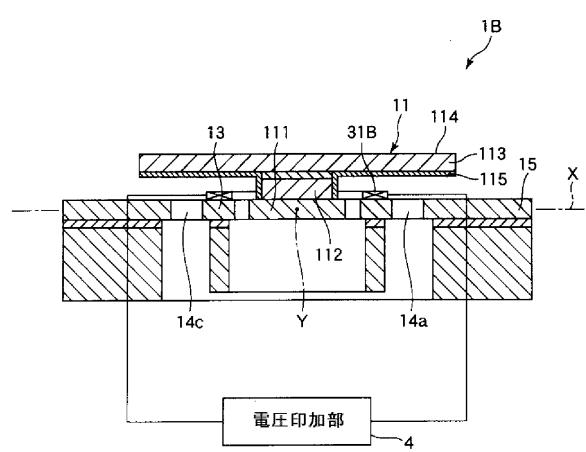
【図5】



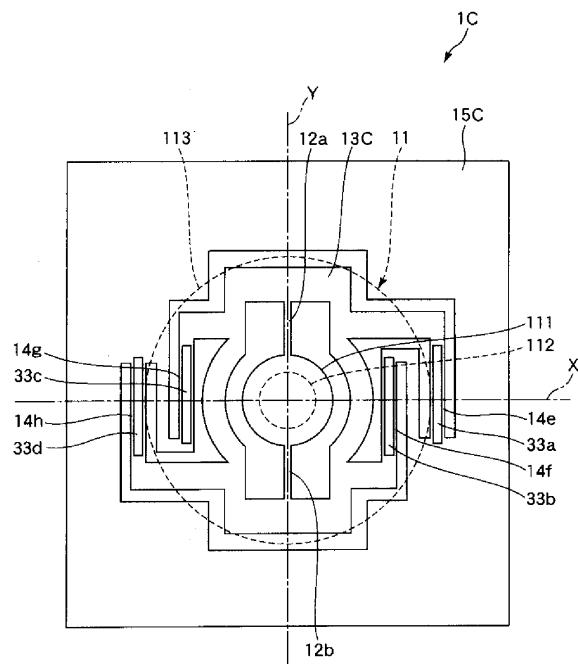
【図6】



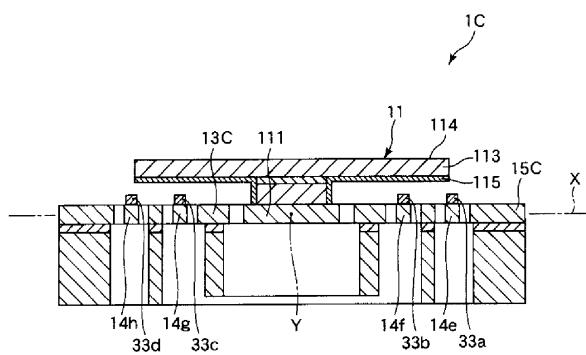
【図7】



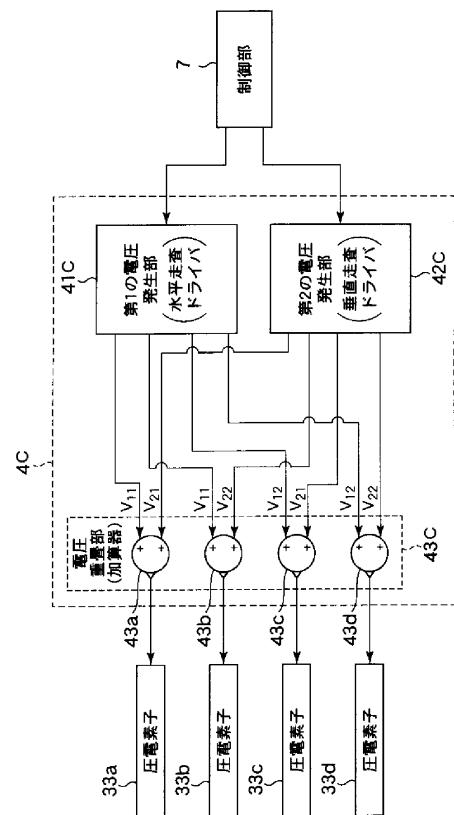
【図8】



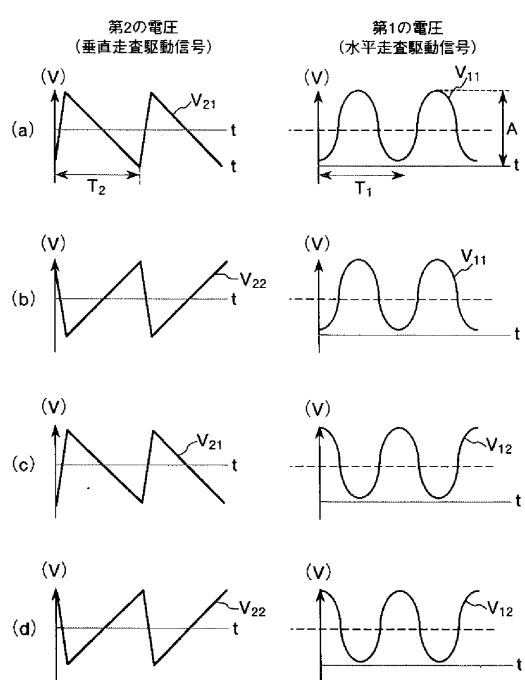
【図9】



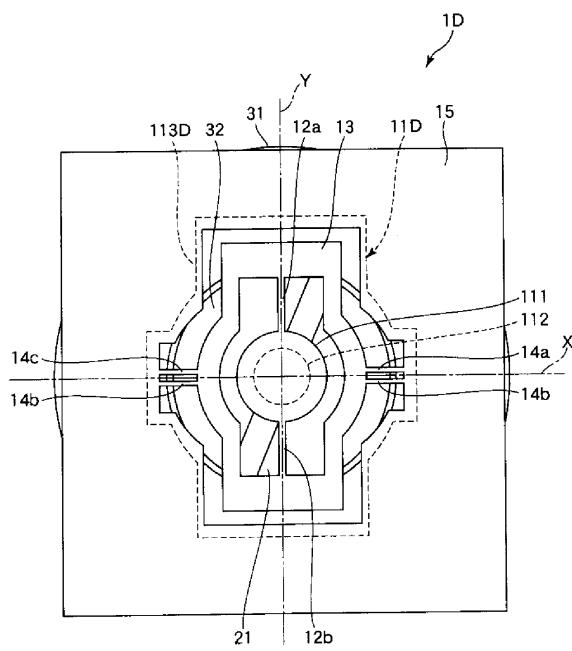
【図10】



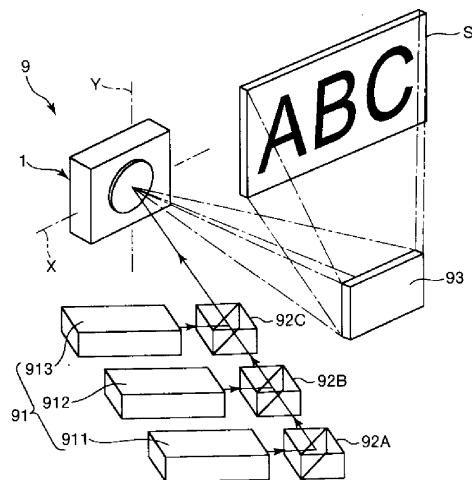
【図11】



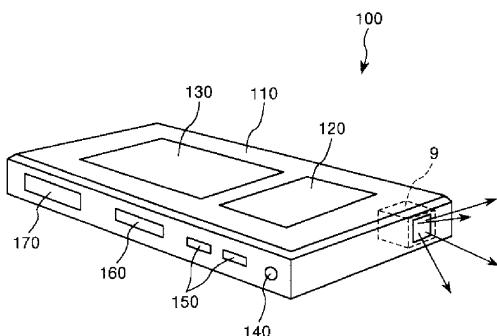
【図12】



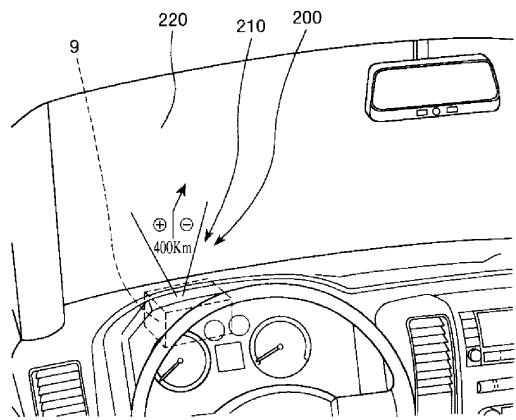
【図13】



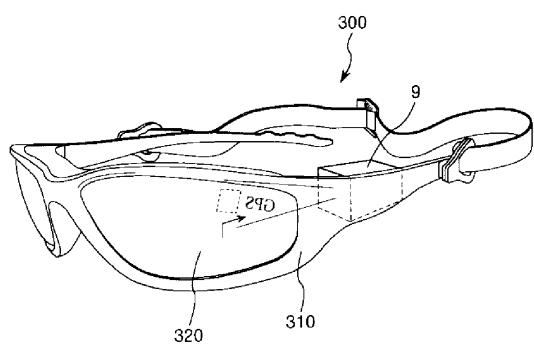
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-137961(JP,A)
特開2008-040240(JP,A)
特開2009-134196(JP,A)
特開2008-216920(JP,A)
特開2008-102362(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B26/00-26/12
G02B6/35
B81B1/00-7/04
B81C1/00-99/00