

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5817158号
(P5817158)

(45) 発行日 平成27年11月18日 (2015.11.18)

(24) 登録日 平成27年10月9日 (2015.10.9)

(51) Int. Cl.	F 1
G 0 2 B 26/08 (2006.01)	G 0 2 B 26/08 E
B 8 1 B 3/00 (2006.01)	B 8 1 B 3/00

請求項の数 12 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-58557 (P2011-58557)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年3月16日 (2011.3.16)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-194400 (P2012-194400A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成24年10月11日 (2012.10.11)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成26年3月12日 (2014.3.12)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(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
		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、光学デバイスの製造方法、光スキャナーおよび画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光反射性を有する光反射部、前記光反射部を備える所定の軸まわりに回動可能な可動部、前記可動部に連結する少なくとも1つの連結部、前記連結部を支持する支持部、を含み、かつシリコンで形成された板状の基体と、

前記基体の表面に設けられ、光の反射を防止または抑制する機能を有する迷光防止層とを有し、

前記迷光防止層は、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、を除いて設けられていることを特徴とする光学デバイス。

【請求項 2】

前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部は、それぞれ、シリコンで構成された面が露出している請求項 1 に記載の光学デバイス。

【請求項 3】

前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部は、それぞれ、平坦化処理されている請求項 2 に記載の光学デバイス。

【請求項 4】

10

20

前記迷光防止層は、前記迷光防止層の表面が粗面化されている請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 5】

前記迷光防止層は、前記基体の前記光反射部が設けられる側の表面に設けられている請求項 4 に記載の光学デバイス。

【請求項 6】

前記迷光防止層は、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部を除いて、前記基体の表面の略全域に設けられている請求項 5 に記載の光学デバイス。

10

【請求項 7】

前記迷光防止層は、前記基体の前記光反射部が設けられる表面とは反対の表面に設けられている請求項 5 または 6 に記載の光学デバイス。

【請求項 8】

前記迷光防止層は、シリコン酸化膜で構成されている請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 9】

シリコン基板の表面に、光の反射を防止または抑制する機能を有する迷光防止層を形成する工程と、

前記シリコン基板をエッチングした後に平坦化処理を施すことにより、所定の軸まわりに回動可能な可動部、前記可動部に連結する少なくとも 1 つの連結部、前記連結部を支持する支持部、を含む板状の基体を形成する工程とを有し、

20

前記迷光防止層を形成する工程では、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、を除いて前記迷光防止層を形成することを特徴とする光学デバイスの製造方法。

【請求項 10】

前記平坦化処理は、水素アニール処理、または水素アニール処理後、Ar 雰囲気アニール処理を行う処理である請求項 9 に記載の光学デバイスの製造方法。

30

【請求項 11】

光反射性を有する光反射部、前記光反射部を備える所定の軸まわりに回動可能な可動部、前記可動部に連結する少なくとも 1 つの連結部、前記連結部を支持する支持部、を含み、かつシリコンで形成された板状の基体と、

前記基体の表面に設けられ、光の反射を防止または抑制する機能を有する迷光防止層とを有し、

前記迷光防止層は、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、を除いて設けられていることを特徴とする光スキャナー。

40

【請求項 12】

光を出射する光源と、

前記光源からの光を走査する光スキャナーとを備え、

前記光スキャナーは、

光反射性を有する光反射部、前記光反射部を備える所定の軸まわりに回動可能な可動部、前記可動部に連結する少なくとも 1 つの連結部、前記連結部を支持する支持部、を含み、かつシリコンで形成された板状の基体と、

前記基体の表面に設けられ、光の反射を防止または抑制する機能を有する迷光防止層とを有し、

前記迷光防止層は、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部

50

の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、を除いて設けられていることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学デバイス、光学デバイスの製造方法、光スキャナーおよび画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

M E M S (Micro Electro Mechanical Systems) 技術によりシリコン基板を加工して形成された振り振動子を有する構造体を用いた光学デバイスが知られている(例えば、特許文献1参照)。このような光学デバイスは、例えば、プリンターやディスプレイ等において、光を走査する光スキャナーとして用いられる。

例えば、特許文献1に記載された光スキャナーは、入射した光を反射する反射面を有する反射ミラー部と、反射ミラー部に連結された弾性を有するはり部とを有し、はり部を振り変形させながら反射ミラー部を回動させる。

【0003】

このような光スキャナーにおいては、反射ミラー部の反射面以外の部分、例えば、はり部上にも光が入射した場合、その光がはり部で反射すると、その反射光が迷光となり、得られる画像の品質に悪影響を及ぼしてしまう。

20

そこで、例えば、特許文献1に記載の光スキャナーでは、はり部の光反射部側の面の全域に、酸化ニッケルで構成された無反射膜が設けられている。

【0004】

ところで、反射ミラー部およびはり部を有する構造体は、シリコン基板をエッチングすることにより形成される。

かかる構造体をドライエッチングにより形成すると、反射ミラー部およびはり部の側面にいわゆるスキヤロップと呼ばれる凹凸が形成されてしまう。また、かかる構造体をウェットエッチングにより形成すると、反射ミラー部とはり部との連結部にシリコンの結晶面に起因する角部が形成されてしまう。

30

【0005】

このような凹凸や角部は、はり部に形成されていると、反射ミラー部の回動に伴って応力が集中しやすく、光スキャナーの寿命を短くする原因となる。この為、凸凹部の平坦化及び角部に丸みを持たせる処理が必要となる。このような手法としては、シリコンの表面拡散運動を利用した熱処理が有効である。

しかし、無反射膜を形成する工程と、応力集中を抑えるために凸凹部の平坦化及び角部に丸みを持たせる工程をそれぞれ行う必要があるため、工程数が増え生産性が低下する問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0006】

【特許文献1】特開2005-107069号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、振動系を有する基体上に迷光防止層を設けた構成において、比較的簡単に、長寿命化を図ることができる光学デバイス、光学デバイスの製造方法、光スキャナーおよび画像形成装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

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、光反射性を有する光反射部、前記光反射部を備える所定の軸まわりに回動可能な可動部、前記可動部に連結する少なくとも１つの連結部、前記連結部を支持する支持部、を含み、かつシリコンで形成された板状の基体と、

前記基体の表面に設けられ、光の反射を防止または抑制する機能を有する迷光防止層とを有し、

前記迷光防止層は、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、を除いて設けられていることを特徴とする。

10

【０００９】

このような光学デバイスによれば、基体上に迷光防止層が形成された状態で、可動部と連結部との接続部分の側面、および支持部と連結部との接続部分の側面、ならびに連結部の側面全域を平坦化处理することができる。また、この平坦化处理に伴って、可動部の縁部と連結部の縁部とを接続する縁部、および支持部の縁部と連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに連結部の縁部を丸め処理することができる。

よって、可動部の回動に伴って連結部および連結部の周辺に生じる応力集中を防止または緩和することができる。その結果、光学デバイスの長寿命化を図ることができる。

【００１０】

本発明の光学デバイスでは、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部は、それぞれ、シリコンで構成された面が露出していることが好ましい。

20

これにより、可動部と連結部との接続部分の側面、および支持部と連結部との接続部分の側面、ならびに連結部の側面全域を平坦化处理することができる。

【００１１】

本発明の光学デバイスでは、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部は、それぞれ、平坦化处理されていることが好ましい。

これにより、可動部の回動に伴って連結部および連結部の周辺に生じる応力集中を防止または緩和することができる。

30

【００１２】

本発明の光学デバイスでは、前記迷光防止層は、前記迷光防止層の表面が粗面化されていることが好ましい。

これにより、迷光防止層の光の反射を防止または抑制する機能を優れたものとすることができる。

本発明の光学デバイスでは、前記迷光防止層は、前記基体の前記光反射部が設けられる側の表面に設けられていることが好ましい。

これにより、迷光の発生を効果的に防止することができる。

【００１３】

本発明の光学デバイスでは、前記迷光防止層は、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部を除いて、前記基体の表面の略全域に設けられていることが好ましい。

40

これにより、迷光の発生をより効果的に防止することができる。

【００１４】

本発明の光学デバイスでは、前記迷光防止層は、前記基体の前記光反射部が設けられる表面とは反対の表面に設けられていることが好ましい。

これにより、迷光の発生をさらに効果的に防止することができる。

本発明の光学デバイスでは、前記迷光防止層は、シリコン酸化膜で構成されていること

50

が好ましい。

シリコン酸化膜は、シリコンの熱酸化処理により比較的簡単に形成することができる。また、平坦化処理として水素アニール処理を用いた場合、迷光防止層の表面に微細な凹凸を形成することができる。このような凹凸を有する迷光防止層は、光の反射を防止または抑制することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の光学デバイスの製造方法は、シリコン基板の表面に、光の反射を防止または抑制する機能を有する迷光防止層を形成する工程と、

前記シリコン基板をエッチングした後に平坦化処理を施すことにより、所定の軸まわりに回動可能な可動部、前記可動部に連結する少なくとも1つの連結部、前記連結部を支持する支持部、を含む板状の基体を形成する工程とを有し、

前記迷光防止層を形成する工程では、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、を除いて前記迷光防止層を形成することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

このような光学デバイスの製造方法によれば、基体上に迷光防止層が形成された状態で、可動部と連結部との接続部分の側面、および支持部と連結部との接続部分の側面、ならびに連結部の側面全域を平坦化処理することができる。また、この平坦化処理に伴って、可動部の縁部と連結部の縁部とを接続する縁部、および支持部の縁部と連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに連結部の縁部を丸め処理することができる。

よって、得られる光学デバイスは、可動部の回動に伴って連結部および連結部の周辺に生じる応力集中を防止または緩和することができ、その結果、長寿命化を図ることができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の光学デバイスの製造方法では、前記平坦化処理は、水素アニール処理、または水素アニール処理後、 Ar 雰囲気中でアニール処理を行う処理であることが好ましい。

これにより、可動部と連結部との接続部分の側面、および支持部と連結部との接続部分の側面、ならびに連結部の側面の平坦化処理を行うことができる。また、可動部の縁部と連結部の縁部とを接続する縁部、および支持部の縁部と連結部の縁部とを接続する縁部ならびに連結部の縁部の丸め処理を行うことができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の光スキャナーは、光反射性を有する光反射部、前記光反射部を備える所定の軸まわりに回動可能な可動部、前記可動部に連結する少なくとも1つの連結部、前記連結部を支持する支持部、を含み、かつシリコンで形成された板状の基体と、

前記基体の表面に設けられ、光の反射を防止または抑制する機能を有する迷光防止層とを有し、

前記迷光防止層は、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、を除いて設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

このような光スキャナーによれば、基体上に迷光防止層が形成された状態で、可動部と連結部との接続部分の側面、支持部と連結部との接続部分の側面、ならびに連結部の側面全域を平坦化処理することができる。また、この平坦化処理に伴って、可動部の縁部と連結部の縁部とを接続する縁部、および支持部の縁部と連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに連結部の角部を丸め処理することができる。

よって、可動部の回動に伴って連結部および連結部の周辺に生じる応力集中を防止または緩和することができる。その結果、光スキャナーの長寿命化を図ることができる。

【 0 0 2 0 】

本発明の画像形成装置は、光を出射する光源と、
前記光源からの光を走査する光スキャナーとを備え、
前記光スキャナーは、
光反射性を有する光反射部、前記光反射部を備える所定の軸まわりに回動可能な可動部、
前記可動部に連結する少なくとも１つの連結部、前記連結部を支持する支持部、を含み、
かつシリコンで形成された板状の基体と、
前記基体の表面に設けられ、光の反射を防止または抑制する機能を有する迷光防止層とを有し、

前記迷光防止層は、前記基体を前記基体の厚さ方向から平面視したときに、前記可動部の前記光反射部が設けられる表面、前記連結部の縁部、および、前記可動部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、ならびに、前記支持部の縁部と前記連結部の縁部とを接続する縁部、を除いて設けられていることを特徴とする。

10

このような画像形成装置よれば、可動部の回動に伴って連結部および連結部の周辺に生じる応力集中を防止または緩和することができる。その結果、光スキャナーの長寿命化、ひいては、画像形成装置の長寿命化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】本発明の第１実施形態に係る光スキャナー（光学デバイス）を示す平面図（上面図）である。

【図２】図１中のＡ－Ａ線断面図である。

20

【図３】図１に示す光スキャナーに備えられた基体（可動板、支持部および１対の弾性部を備える構造体）を示す平面図（下面図）である。

【図４】図３に示す基体の部分拡大図である。

【図５】図１に示す光スキャナーの製造方法を説明する断面図である。

【図６】図１に示す光スキャナーの製造方法を説明する断面図である。

【図７】シリコン構造体をシリコン酸化膜で構成された迷光防止層で覆った状態で水素アニール処理したときの表面状態を示す図である。

【図８】本発明の第２実施形態に係る光スキャナーを示す断面図である。

【図９】図８に示す光スキャナーに備えられた基体（可動板、支持部および１対の弾性部を備える構造体）を示す平面図（下面図）である。

30

【図１０】本発明の画像形成装置の実施形態（プロジェクター）を示す概略図である。

【図１１】本発明の画像形成装置の実施形態（ヘッドアップディスプレイ）を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

以下、本発明の光学デバイス、光学デバイスの製造方法、光スキャナーおよび画像形成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、本実施形態では、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する。

< 第１実施形態 >

まず、本発明の光スキャナーの第１実施形態について説明する。

40

【００２３】

図１は、本発明の第１実施形態に係る光スキャナー（光学デバイス）を示す平面図（上面図）、図２は、図１中のＡ－Ａ線断面図である。図３は、図１に示す光スキャナーに備えられた基体（可動板、支持部および１対の弾性部を備える構造体）を示す平面図（下面図）、図４は、図３に示す基体の部分拡大図である。図５および図６は、それぞれ、図１に示す光スキャナーの製造方法を説明する断面図、図７は、シリコン構造体をシリコン酸化膜で構成された迷光防止層で覆った状態で水素アニール処理したときの表面状態を示す図である。なお、以下では、説明の便宜上、図２、５、６中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【００２４】

50

図 1 に示すように、光スキャナー 1 は、振動系を有する板状の基体 2 と、基体 2 を支持する支持部 3 と、基体 2 の振動系を振動させる駆動手段 4 とを有する。

また、基体 2 は、光反射部 2 1 1 が設けられた可動板（可動部）2 1 と、可動板 2 1 に連結する 1 対の連結部 2 3、2 4 と、1 対の連結部 2 3、2 4 とを支持する支持部 2 2 とを有している。支持部 2 2 は連結部 2 3、2 4 を介して可動板 2 1 を支持しているとも言え、1 対の連結部 2 3、2 4 は可動板 2 1 と支持部 2 2 とを連結しているとも言える。

このような光スキャナー 1 では、駆動手段 4 の駆動力により、各連結部 2 3、2 4 を捩り変形させながら、可動板 2 1 を連結部 2 3、2 4 に沿った所定の軸まわりに回転させる。これにより、光反射部 2 1 1 で反射した光を所定の一方向に走査することができる。

【0025】

以下、光スキャナー 1 を構成する各部を順次詳細に説明する。

〔基体〕

基体 2 は、前述したように、光反射部 2 1 1 が設けられた可動板 2 1 と、可動板 2 1 を支持する支持部 2 2 と、可動板 2 1 と支持部 2 2 とを連結する 1 対の連結部 2 3、2 4 とを有する。

【0026】

このような基体 2 は、シリコンで構成されており、可動板 2 1、支持部 2 2 および連結部 2 3、2 4 が一体的に形成されている。この基体 2 は、後に詳述するように、シリコン基板をエッチングすることにより形成されたものであり、基体 2 には、かかるエッチングにより厚さ方向に貫通した異形状の貫通孔 2 5 が形成されている。

シリコンは軽量かつ S U S なみの剛性を有するため、基体 2 がシリコンで構成されていることにより、優れた振動特性を有する基体 2 が得られる。また、シリコンは後述するようにエッチングにより高精度な寸法精度で加工が可能であるので、シリコン基板を用いて基体 2 を形成することにより、所望の形状（所望の振動特性）を有する基体 2 を得ることができる。なお、シリコン基板としては、一般的に単結晶シリコン基板が用いられる。

【0027】

以下、基体 2 についてさらに詳述する。

支持部 2 2 は、図 1 に示すように、枠状をなしている。より具体的には、支持部 2 2 は、可動板 2 1 の外周および各連結部 2 3、2 4 の側面に沿った内周面を有する環状をなしている。すなわち、前述した貫通孔 2 5 の幅が可動板 2 1 の回転および各連結部 2 3、2 4 の捩れ変形を許容し得る程度にできるだけ狭くかつ一定となるように形成されている。これにより、不要光が基体 2 の上面側から下面側へ入り込むのを防止または抑制することができる。このような支持部 2 2 は、1 対の連結部 2 3、2 4 を介して可動板 2 1 を支持する。なお、支持部 2 2 の形状としては、1 対の連結部 2 3、2 4 を介して可動板 2 1 を支持することができれば、特に限定されず、例えば、各連結部 2 3、2 4 に対応して分割された形状をなしていてもよい。

【0028】

このような支持部 2 2 の内側には、可動板 2 1 が設けられている。

可動板 2 1 は、板状をなしている。また、本実施形態では、可動板 2 1 は、平面視にて、四角形（本実施形態では正方形）をなしている。なお、可動板 2 1 の平面視形状は、四角形に限定されず、例えば、五角形、六角形等の他の多角形、円形、楕円形等であってもよい。

このような可動板 2 1 の上面には、光反射性を有する光反射部 2 1 1 が設けられている。

【0029】

各連結部 2 3、2 4 は、長手形状をなしており、弾性変形可能に構成されている。また、連結部 2 3 および連結部 2 4 は可動板 2 1 を介して対向している。このような連結部 2 3、2 4 は、それぞれ、可動板 2 1 を支持部 2 2 に対して回転可能とするように、可動板 2 1 と支持部 2 2 とを連結している。1 対の連結部 2 3、2 4 は、回転中心軸 X に沿って同軸的に設けられており、この回転中心軸 X を回転中心軸として、可動板 2 1 が支持部 2

10

20

30

40

50

2 に対して回転する。

【0030】

また、各連結部 23、24 は、その横断面形状が四角形をなしている。本実施形態では、各連結部 23、24 は、基体 2 の板面に沿って互いに平行な上面および下面と、この上面および下面に対して垂直でかつ互いに平行な 1 対の側面とを有する。なお、各連結部 23、24 の横断面形状は、これに限定されず、例えば、台形をなしていてもよいし、平行四辺形をなしていてもよい。また、各連結部 23、24 は、互いに平行な複数の梁部材で構成されていてもよい。

【0031】

このような基体 2 において、連結部 23、24 の縁部、および、可動板 21 および支持部 22 の縁部のうちの連結部 23、24 近傍部分（可動板 21 および支持部 22 の縁部と連結部 23、24 の縁部とを接続する縁部）がそれぞれ平坦化処理されている。本実施形態では、基体 2 の貫通孔 25 の壁面 251 が全域に亘って平坦化処理されている。

なお、縁部とは、各部の外形を構成する部分とその周辺部分を示している。特に、本実施形態では、可動板 21 および支持部 22 ならびに連結部 23、24 の縁部は、各部の貫通孔 25 に面している部分にあたる。

【0032】

より具体的に説明すると、図 2 に示すように、可動板 21 の側面 212 が平坦化処理されている。また、可動板 21 の上面および下面の縁部に形成された角部 213 が平坦化処理により丸められている。

また、図 4 に示すように、連結部 23 の 1 対の側面 231 および支持部 22 の側面 221 が平坦化処理されている。

また、可動板 21 の側面 212 と連結部 23 の側面 231 との境界部付近に形成された 1 対の角部 232、および、連結部 23 の側面 231 と支持部 22 の側面 221 との境界部付近に形成された角部 233 が、それぞれ、平坦化処理により丸められている。

【0033】

なお、図示しないが、連結部 24 の 1 対の側面も、連結部 23 の側面 231 と同様に、平坦化処理されている。また、可動板 21 の側面 212 と連結部 24 の側面との境界部付近に形成された 1 対の角部、および、連結部 24 の側面と支持部 22 の側面 221 との境界部付近に形成された角部も、角部 232、233 と同様、それぞれ、平坦化処理により丸められている。

このような平坦化処理により、1 対の連結部 23、24 の捩り変形を伴う可動板 21 の回転の際に、各連結部 23、24 に生じる応力集中を防止または緩和することができる。その結果、光スキャナ 1 の長寿命化を図ることができる。なお、かかる平坦化処理については、後に詳述する。

【0034】

また、基体 2 の上面（一方の板面）上には、透光防止層 61 が設けられ、一方、基体 2 の下面（他方の板面）上には、絶縁層 62 が設けられている。そして、絶縁層 62 の基体 2 とは反対側の面上には、コイル 41、配線 72、74 および電極 73、75 で構成された導体パターン 8 が設けられている。なお、コイル 41、配線 72、74 および電極 73、75 については、駆動手段 4 の説明において詳述する。

【0035】

特に、透光防止層 61 および絶縁層 62 は、それぞれ、基体 2 を基体 2 の厚さ方向から平面視したときに、連結部 23、24 の縁部、および、前記可動板 21 の縁部と前記連結部 23、24 の縁部とを接続する第 1 接続縁部 214、ならびに、前記支持部 22 の縁部と前記連結部 23、24 の縁部とを接続する第 2 接続縁部 222、を除いて設けられる。すなわち、透光防止層 61 および絶縁層 62 は、連結部 23、24 の縁部、および、可動板 21 および支持部 22 の縁部のうちの連結部 23、24 近傍部分を除くように設けられているとも言える。

【0036】

これにより、後述するように、基体 2 上に迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 が形成された状態で比較的簡単に、可動板 2 1、支持部 2 2 および連結部 2 3、2 4 の側面全域を平坦化処理することができる。また、この平坦化処理に伴って、可動板 2 1、支持部 2 2 および連結部 2 3、2 4 の縁部や角部を丸め処理することができる。

よって、可動板 2 1 の回転に伴って連結部 2 3、2 4 に生じる応力集中を防止または緩和することができる。その結果、光スキャナー 1 の長寿命化を図ることができる。

【0037】

より具体的に説明すると、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、可動板 2 1 の側面、各連結部 2 3、2 4 の側面および支持部 2 2 の側面には形成されていない。そのため、可動板 2 1 の側面、各連結部 2 3、2 4 の側面および支持部 2 2 の側面には、それぞれ、絶縁層が実質的に形成されていない面、すなわち、シリコンで構成された面が露出している。

10

このように連結部 2 3、2 4 の縁部、および、可動板 2 1 および支持部 2 2 の縁部のうちの連結部 2 3、2 4 近傍部分がそれぞれシリコンで構成された面が露出しているので、可動板 2 1、支持部 2 2 および連結部 2 3、2 4 の側面全域を平坦化処理することができる。

【0038】

なお、本明細書において、「絶縁層が実質的に形成されていない」とは、絶縁層が全く形成されていないことその他、自然酸化により形成されたシリコン酸化膜などの絶縁層が形成されていることをも含む概念であり、より具体的には、絶縁層が形成されていても、その平均厚さが 10 nm 未満であることをいう。また、後述するように迷光防止層 6 1 は絶縁層であるが、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、自然酸化により形成された極薄い絶縁層ではなく、10 nm 以上の厚さを有するものである。

20

【0039】

そして、迷光防止層 6 1 は、図 1 に示すように、基体 2 の上面のうち、可動板 2 1 の上面（すなわち光反射部 2 1 1）、各連結部 2 3、2 4 の上面の縁部、および、支持部 2 2 の上面の縁部のうちの各連結部 2 3、2 4 との境界部近傍部分を除いて、それ以外の部分を覆うように設けられている。そのため、可動板 2 1 の上面（すなわち光反射部 2 1 1）、各連結部 2 3、2 4 の上面の縁部、および、支持部 2 2 の上面の縁部のうちの各連結部 2 3、2 4 との境界部近傍部分には、それぞれ、絶縁層が実質的に形成されていない面、すなわち、シリコンで構成された面が露出している。

30

すなわち、迷光防止層 6 1 は、基体 2 を平面視したときに、可動板 2 1 の上面、連結部 2 3、2 4 の縁部、および、可動板 2 1 および支持部 2 2 の縁部のうちの連結部 2 3、2 4 近傍部分を除いて、基体 2 の上面の略全域を覆うように設けられている。これにより、迷光の発生をより効果的に防止することができる。

【0040】

一方、絶縁層 6 2 は、図 3 に示すように、基体 2 の下面のうち、可動板 2 1 の下面の縁部、各連結部 2 3、2 4 の下面の縁部、および、支持部 2 2 の下面の縁部のうちの各連結部 2 3、2 4 との境界部近傍部分を除いて、それ以外の部分を覆うように設けられている。そのため、可動板 2 1 の下面の縁部、各連結部 2 3、2 4 の下面の縁部、および、支持部 2 2 の下面の縁部のうちの各連結部 2 3、2 4 との境界部近傍部分には、それぞれ、絶縁層が実質的に形成されていない面、すなわち、シリコンで構成された面が露出している。

40

【0041】

すなわち、絶縁層 6 2 は、基体 2 を平面視したときに、連結部 2 3、2 4 の縁部、および、可動板 2 1 および支持部 2 2 の縁部のうちの連結部 2 3、2 4 近傍部分を除いて、基体 2 の下面の略全域を覆うように設けられている。これにより、導体パターン 8 の各部同士の絶縁を確実なものとすることができる。また、後述するように絶縁層 6 2 が迷光防止機能を有するので、その迷光防止機能を効果的に発揮することができる。

【0042】

50

このような迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、可動板 2 1 の側面、各連結部 2 3、2 4 の側面および支持部 2 2 の側面だけでなく、これらの側面近傍の上面部分および下面部分を除くように形成されているので、後述するように、基体 2 上に迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 を形成した状態で、平坦化処理を行うことにより、各側面を全域に亘って平坦化するとともに、各角部を丸めることができる。

【0043】

また、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 が形成されていない前記側面近傍の上面部分および下面部分の幅（図 3 に示す a）は、側面の平坦化処理および角部の丸め処理が可能であれば、特に限定されないが、例えば、1 μ m 以上、好ましくは 1 μ m 以上 20 μ m 以下程度である。かかる幅が小さすぎると、側面の平坦化処理および角部の丸め処理を完全に行うことができず、一方、かかる幅が大きすぎると、光スキャナー 1 の構成や設置条件等によっては、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 の迷光を防止する効果が低下する傾向を示す。

【0044】

迷光防止層 6 1 は、光の反射を防止または抑制する機能を有する。このような迷光防止層 6 1 が基体 2 の光反射部 2 1 1 側の板面上に設けられているので、迷光の発生を効果的に防止することができる。また、本実施形態では、絶縁層 6 2 も、光の反射を防止または抑制する機能を有する。このような迷光防止層として機能する絶縁層 6 2 が基体 2 の光反射部 2 1 1 とは反対側の板面上にも設けられているので、迷光の発生をさらに効果的に防止することができる。ここで、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、光スキャナーに用いる光に対して反射を防止する反射防止膜を構成する。また、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、光を拡散する機能をも有する。このような光反射防止機能および光拡散機能を有する迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、光が可動板 2 1 の光反射部 2 1 1 で反射する以外の光が他の部分で反射して迷光となるのを防止することができる。すなわち、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、迷光を防止する迷光防止層を構成する。

【0045】

また、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、その表面が粗面化されている。すなわち、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 の表面には、それぞれ、不規則なパターンで配置された複数の凹部または凸部で構成された微細な凹凸が形成されている。これにより、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 の光の反射を防止または抑制する機能を優れたものとすることができる。

具体的な迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 の表面粗さ R_z （JIS B 0601）は、迷光を防止し得る程度であればよく、特に限定されないが、例えば、20 nm 以上 500 nm 以下程度である。

【0046】

この迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、例えば、シリコン酸化膜で構成されている。

シリコン酸化膜は、絶縁性を有するとともに、シリコンの熱酸化処理により比較的簡単に形成することができる。また、平坦化処理として水素アニール処理を用いた場合、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 の表面に微細な凹凸を形成することができる。このような凹凸を有する迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、光の反射を防止または抑制することができる。

なお、絶縁層 6 2 は、迷光防止機能を有しなくてもよい場合には、シリコン窒化膜で構成されていてもよい。また、このような迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 の形成方法については、後述する基体 2 の製造方法の説明において、詳述する。

【0047】

このような迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 は、それぞれ、絶縁性を有する。そのため、絶縁層 6 2 上に設けられたコイル 4 1、配線 7 2、7 4 および電極 7 3、7 5 で構成された導体パターンの各部同士の短絡を防止することができる。

また、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 の厚さは、それぞれ、特に限定されないが、例えば、10 nm 以上 1500 nm 以下程度である。

【0048】

〔支持体〕

支持体 3 は、前述した基体 2 を支持する機能を有する。また、支持体 3 は、後述する駆動手段 4 の永久磁石 4 2、4 3 を支持する機能をも有する。

この支持体 3 は、上方に開放する凹部 3 1 を有する箱状をなしている。言い換えると、支持体 3 は、板状をなす板状部 3 2 と、その板状部 3 2 の上面の外周部に沿って設けられた枠状をなす枠状部 3 3 とで構成されている。

このような支持体 3 の上面のうち凹部 3 1 の外側の部分、すなわち、枠状部 3 3 の上面には、前述した基体 2 の支持部 2 2 の下面が接合されている。これにより、基体 2 の可動板 2 1 および 1 対の連結部 2 3、2 4 と支持体 3 との間には、可動板 2 1 の回動を許容する空間が形成されている。

10

【0049】

このような支持体 3 の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、石英ガラス、パイレックスガラス（「パイレックス」は登録商標）、テンパックスガラス等のガラス材料や、単結晶シリコン、ポリシリコン等のシリコン材料、LTCC（低温焼結セラミックス）等が挙げられる。

また、基体 2 と支持体 3 との接合方法としては、支持体 3 の構成材料、形状等に応じて適宜決められるものであり、特に限定されないが、接着剤を用いた方法、陽極接合法、直接接合法等が挙げられる。

20

【0050】

〔駆動手段〕

駆動手段 4 は、コイル 4 1 および 1 対の永久磁石 4 2、4 3 を有し、前述した基体 2 の可動板 2 1 を電磁駆動方式（より具体的にはムービングコイル方式）により回動駆動させるものである。電磁駆動方式は、大きな駆動力を発生させることができる。そのため、電磁駆動方式を採用する駆動手段 4 によれば、低駆動電圧化を図りつつ、可動板 2 1 の振れ角を大きくすることができる。

【0051】

コイル 4 1 は、図 2 に示すように、可動板 2 1 の下面に絶縁層 6 2 を介して設けられている。このコイル 4 1 は、可動板 2 1 の光反射部 2 1 1 とは反対側の面上に設けられた絶縁層 6 2 上に設けられているため、基体 2 の光反射部 2 1 1 とは反対側の板面を有効利用して、導体パターン 8 を形成することができる。また、光反射部 2 1 1 の設計の自由度が低下することはない。

30

【0052】

本実施形態では、コイル 4 1 は、図 3 に示すように、可動板 2 1 の板面に沿って渦巻状に形成されている。このような渦巻状のコイル 4 1 は、単に環状に形成したコイルに比し大きな磁力を発生させることができ、また、可動板 2 1 の厚さ方向に積層して形成したコイルに比し構成が簡単で製造も容易である。すなわち、コイル 4 1 の構成を比較的簡単なものとするとともに、駆動電圧を抑えつつ、コイル 4 1 に生じる磁力を大きくすることができる。

40

【0053】

また、コイル 4 1 を構成する素線の一端（渦巻きの外周側の端）は、配線 7 2 を介して電極 7 3 に電氣的に接続されている。また、コイル 4 1 を構成する素線の他端（渦巻きの中心側の端）は、配線 7 4 を介して電極 7 5 に電氣的に接続されている。これにより、電極 7 3 と電極 7 5 との間に電圧を印加することにより、コイル 4 1 に通電することができる。

【0054】

配線 7 2 は、連結部 2 3 の下面上に、連結部 2 3 の長手方向に沿って設けられ、配線 7 4 は、連結部 2 4 の下面上に、連結部 2 4 の長手方向に沿って設けられている。

50

また、電極 7 3、7 5 は、それぞれ、支持部 2 2 の下面上に設けられている。

また、配線 7 4 は、可動板 2 1 の中央部付近まで延びて形成されており、配線 7 4 とコイル 4 1 との間には、例えばシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等で構成された絶縁層 6 3 が設けられている。

なお、コイル 4 1 を構成する素線その他端（渦巻きの中心側の端）と配線 7 4 との接続は、ボンディングワイヤーを介して行ってもよい。

【0055】

このような導体パターン 8 を構成するコイル 4 1、配線 7 2、7 4 および電極 7 3、7 5 の構成材料としては、それぞれ、導電性を有するとともに、後述する基体 2 の製造方法における平坦化処理における熱に耐え得るものであれば、特に限定されないが、例えば、Pt、Ir、Os、Re、W、Ta、Ru、Tc、Mo、Nb 等が挙げられ、中でも、Ta が好ましい。

Ta は、比較的優れた導電性を有するとともに、極めて高い融点を有する。そのため、導体として適するだけでなく、平坦化処理として水素アニール処理のような熱処理を用いた場合でも、その熱に耐え得る。

【0056】

一方、1 対の永久磁石 4 2、4 3 は、支持体 3 に接合・固定されている。

永久磁石 4 2 は、可動板 2 1 の回動中心軸 X に対して一方側（図 1、2 にて左側）に設けられ、また、永久磁石 4 3 は、可動板 2 1 の回動中心軸 X に対して他方側（図 1、2 にて右側）に設けられている。そして、1 対の永久磁石 4 2、4 3 は、可動板 2 1 を介して対向している。

また、永久磁石 4 2 は、可動板 2 1 側を N 極、その反対側を S 極とするように設置され、永久磁石 4 3 は、可動板 2 1 側を S 極、その反対側を N 極とするように設置されている。したがって、1 対の永久磁石 4 2、4 3 は、可動板 2 1 付近に、非回動時の可動板 2 1 の板面に平行で、かつ、可動板 2 1 の回動中心軸 X に直角な方向の磁界を発生させる。

【0057】

このような永久磁石 4 2、4 3 としては、それぞれ、特に限定されず、例えば、ネオジウム磁石、フェライト磁石、サマリウムコバルト磁石、アルニコ磁石、ボンド磁石などの、硬磁性体を着磁したものを好適に用いることができる。

なお、コイル 4 1 の磁界との相互作用により可動板 2 1 を回動し得るものであれば、永久磁石の数、配置や極性等は、図示のものに限定されないことは言うまでもない。

【0058】

以上のような構成を有する光スキャナー 1 は、次のようにして作動する。

電極 7 3 と電極 7 5 との間に周期的に変化する電圧（交番電圧、間欠的な直流等）を印加する。これにより、コイル 4 1 の上側が N 極、下側が S 極となる第 1 の磁界と、コイル 4 1 の上側が S 極、下側が N 極となる第 2 の磁界とが、交互にかつ周期的に発生する。

第 1 の電界では、コイル 4 1 の上側が永久磁石 4 2 側に引きつけられ、反対にコイル 4 1 の下側が永久磁石 4 3 側に引き付けられ、可動板 2 1 が回動中心軸 X を中心に図 2 にて時計回りに回動する（第 1 の状態）。反対に、第 2 の電界では、コイル 4 1 の上側が永久磁石 4 3 側に引きつけられ、反対にコイル 4 1 の下側が永久磁石 4 2 側に引き付けられ、可動板 2 1 が回動中心軸 X を中心に図 2 にて反時計回りに回動する（第 2 の状態）。このような第 1 の状態と第 2 の状態とが交互に繰り返され、可動板 2 1 が回動中心軸 X を中心に回動する。

このように、1 対の永久磁石 4 2、4 3 の磁界中に配された可動板 2 1 は、各連結部 2 3、2 4 を捩れ変形させながら、支持部 2 2 に対し回動（振動）する。

【0059】

以上説明したように構成された光スキャナー 1 によれば、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 が連結部 2 3、2 4 の縁部および可動板 2 1 および支持部 2 2 の縁部のうちの連結部 2 3、2 4 近傍部分を除くように設けられているので、基体 2 上に迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 が形成された状態で比較的簡単に、可動板 2 1、支持部 2 2 および連結部 2 3

10

20

30

40

50

、 24 の側面全域を平坦化処理することができる。また、この平坦化処理に伴って、可動板 21、支持部 22 および連結部 23、24 の縁部や角部を丸め処理することができる。

よって、可動板 21 の回転に伴って連結部 23、24 に生じる応力集中を防止または緩和することができる。その結果、光スキャナー 1 の長寿命化を図ることができる。

【0060】

(光学デバイスの製造方法)

以上のような光スキャナー 1 は、例えば、次のようにして製造することができる。以下、本発明の光学デバイスの製造方法の一例として、図 5、図 6 に基づいて、光スキャナー 1 の製造方法を説明する。また、図 5 および図 6 は、それぞれ、図 2 に対応する断面で示されている。

10

光スキャナー 1 の製造方法は、基体 2 を形成する工程を有する。

基体 2 を形成する工程は、[A] 迷光防止層 61 および絶縁層 62 を形成する工程と、[B] 導体パターン 8 を形成する工程と、[C] 基体 2 を形成する工程とを有する。

【0061】

以下、各工程を順次詳細に説明する。

[A] 迷光防止層 61 および絶縁層 62 を形成する工程

- A1 -

まず、図 5 (a) に示すように、シリコン基板 102 を用意する。

このシリコン基板 102 は、後述するエッチングおよび平坦化処理を経ることにより基体 2 となるものである。

20

【0062】

- A2 -

次に、図 5 (b) に示すように、シリコン基板 102 の上面上に絶縁層 161 を一様に形成するとともに、シリコン基板 102 の下面上に絶縁層 162 を一様に形成する。

この絶縁層 161、162 は、それぞれ、シリコン酸化膜で構成されている。

絶縁層 161、162 の形成方法としては、それぞれ、特に限定されないが、例えば、熱酸化法を用いることができる。

【0063】

- A3 -

次に、絶縁層 161、162 の一部を除去することにより、図 5 (c) に示すように、迷光防止層 61 および絶縁層 62 を形成する。

30

より具体的に説明すると、まず、絶縁層 161、162 上にそれぞれレジスト膜 (図示せず) を形成する。このレジスト膜の構成材料としては、ポジ型またはネガ型のレジスト材料を用いることができる。

【0064】

次に、このレジスト膜を露光および現像することにより、迷光防止層 61 および絶縁層 62 の平面視形状に対応した形状をなすマスクを形成し、そのマスクを用いて、絶縁層 161、162 の一部をエッチングにより除去し、その後、マスク (レジスト膜) を除去する。

上記エッチングとしては、特に限定されないが、例えば、リアクティブイオンエッチング (RIE)、 CF_4 を用いたドライエッチング等が挙げられる。

40

また、マスク (レジスト膜) の除去方法としては、特に限定されないが、例えば、硫酸による洗浄、 O_2 アッシング等が挙げられる。

【0065】

[B] 導体パターン 8 を形成する工程

- B1 -

次に、図 5 (d) に示すように、絶縁層 62 上にコイル 41 を含む導体パターン 8 を形成する。また、絶縁層 63 も形成する。

より具体的には、例えば、コイル 41、配線 72 および電極 73 を一括して形成し、絶縁層 63 を形成した後に、配線 74 および電極 75 を一括して形成する。

50

【 0 0 6 6 】

かかる導体パターン 8 (コイル 4 1、配線 7 2、7 4 および電極 7 3、7 5) の形成方法としては、特に限定されないが、例えば、真空蒸着、スパッタリング (低温スパッタリング)、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、電解メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射法、金属箔の接合等が挙げられる。

また、絶縁層 6 3 の形成方法としては、特に限定されないが、例えば、プラズマ C V D、L P C V D 等の気相成膜法を用いることができる。

【 0 0 6 7 】

[C] 基体 2 を形成する工程

- C 1 -

10

次に、図 6 (a) に示すように、絶縁層 6 2 上に、基体 2 の平面視形状に対応した形状をなすマスク 2 0 0 を形成する。

より具体的に説明すると、まず、絶縁層 6 2 上にそれぞれレジスト膜 (図示せず) を形成する。このレジスト膜の構成材料としては、ポジ型またはネガ型のレジスト材料を用いることができる。

次に、このレジスト膜を露光および現像することにより、基体 2 の平面視形状に対応した形状をなすマスク 2 0 0 を形成する。

なお、このマスク 2 0 0 は、迷光防止層 6 1 上に形成してもよいし、迷光防止層 6 1 上および絶縁層 6 2 上の双方に形成してもよい。

【 0 0 6 8 】

20

- C 2 -

次に、マスク 2 0 0 を介してシリコン基板 1 0 2 をドライエッチングすることにより、図 6 (b) に示すように、基体 2 に対応した形状をなす基体 1 0 2 A を形成する。

この基体 1 0 2 A には、かかるドライエッチングにより厚さ方向に貫通する貫通孔 1 2 5 が形成されている。この貫通孔 1 2 5 の壁面には、ドライエッチングにより形成された微細な凹凸が形成されている。このような貫通孔 1 2 5 は、後述する平坦化処理を経て貫通孔 2 5 となる。

【 0 0 6 9 】

また、貫通孔 1 2 5 の形成に用いるドライエッチングとしては、特に限定されず、例えば、プラズマエッチング、リアクティブイオンエッチング、ビームエッチング、光アシストエッチング等を用いることができる。

30

なお、貫通孔 1 2 5 の形成方法としては、K O H 水溶液等を用いたウェットエッチングを用いてもよい。この場合、基体 1 0 2 の上面にもマスク 2 0 0 を形成すればよい。

【 0 0 7 0 】

- C 3 -

次に、マスク 2 0 0 を除去する。これにより、図 6 (c) に示すように、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 が露出した状態となる。

マスク 2 0 0 (レジスト膜) の除去方法としては、特に限定されないが、例えば、例えば、硫酸による洗浄、O₂ アッシング等が挙げられる。

【 0 0 7 1 】

40

- C 4 -

次に、基体 1 0 2 A に平坦化処理を施す。これにより、図 6 (d) に示すように、基体 2 を得る。

ここで、貫通孔 1 2 5 の壁面と、基体 1 0 2 A の上面および下面のうちの貫通孔 1 2 5 の両開口端近傍でかつ迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 に覆われていない部分とがそれぞれ露出している。

【 0 0 7 2 】

そのため、貫通孔 1 2 5 の壁面が平坦化されるとともに、貫通孔 1 2 5 の壁面に存在する角部、すなわち、可動板 2 1 の側面と各連結部 2 3、2 4 の側面との境界部付近、および、支持部 2 2 の側面と各連結部 2 3、2 4 の側面との境界部付近が丸められる。

50

さらに、基体 102A の上面および下面のうちの貫通孔 125 の両開口端付近でかつ迷光防止層 61 および絶縁層 62 に覆われていない部分も丸められる。

【0073】

このような平坦化处理としては、特に限定されないが、例えば、熱処理（より具体的には、数 torr 程度の減圧～大気圧の圧力下、900～1300 程度、2%以上のH₂を導入したAr雰囲気下で行う水素アニール処理、または、水素アニール処理後、雰囲気ガスを切り替え、大気圧付近下、900～1300 程度、Ar雰囲気でアニール処理を連続で行う処理）を好適に用いることができる。これにより、可動板 21、支持部 22 および連結部 23、24 の側面の平坦化处理、および、可動板 21、支持部 22 および連結部 23、24 の縁部や角部の丸め処理を行うことができる。

10

【0074】

また、平坦化处理として水素アニール処理用いると、図7に示すように、シリコン酸化膜で構成された迷光防止層 61 および絶縁層 62 の表面に微細な凹凸が同時に形成される。

その後、図示しないが、基体 2 に支持体 3 を接合し、1 対の永久磁石 42、43 を設置する。

以上の工程により、光スキャナー 1 が得られる。

【0075】

以上説明したような光スキャナー 1 の製造方法によれば、迷光防止層 61 および絶縁層 62 を形成する工程において、形成される基体 2 を平面視したときに、連結部 23、24 の縁部、および、可動板 21 および支持部 22 の縁部のうちの連結部 23、24 近傍部分を除くように迷光防止層 61 および絶縁層 62 を形成する。従って、基体 102A 上に迷光防止層 61 および絶縁層 62 が形成された状態で比較的簡単に、可動板 21、支持部 22 および連結部 23、24 の側面全域を平坦化处理することができる。また、この平坦化处理に伴って、可動板 21、支持部 22 および連結部 23、24 の縁部や角部を丸め処理することができる。

20

よって、得られる光スキャナー 1 は、可動板 21 の回転に伴って連結部 23、24 に生じる応力集中を防止または緩和することができ、その結果、長寿命化を図ることができる。

【0076】

< 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8は、本発明の第2実施形態に係る光スキャナーを示す断面図、図9は、図8に示す光スキャナーに備えられた基体（可動板、支持部および1対の弾性部を備える構造体）を示す平面図（下面図）である。

30

【0077】

以下、第2実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナー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。

第2実施形態の光スキャナーは、基体 2 の下面上に設けられた絶縁層の形状が異なる以外は、第1実施形態の光スキャナー 1 とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

40

【0078】

本実施形態の光スキャナー 1A は、図8および図9に示すように、基体 2 の下面上に設けられた絶縁層 62A を有する。そして、コイル 41、配線 72、74 および電極 73、75 は、絶縁層 62A を介して基体 2 上に設けられている。

【0079】

この絶縁層 62A は、コイル 41、配線 72、74 および電極 73、75 で構成された導体パターン 8 と同一形状をなしている。すなわち、絶縁層 62A は、かかる導体パターン 8 の直下のみに形成されている。

このような形状をなす絶縁層 62A を基体 2 の下面上に形成しても、前述した第1実施

50

形態と同様に、平坦化処理を行うことができる。

また、絶縁層 6 2 A が導体パターン 8 と同一形状をなしていると、絶縁層 6 2 A をエッチングによりパターンニングする際に、導体パターン 8 をマスクとして用いることができる。

【 0 0 8 0 】

なお、本実施形態では、絶縁層 6 2 A は、導体パターン 8 に覆われているので、迷光を防止する機能を有しないが、前述したように、前述した貫通孔 2 5 の幅が可動板 2 1 の回転および各連結部 2 3、2 4 の捩れ変形を許容し得る程度にできるだけ狭くかつ一定となるように形成されているので、不要光が基体 2 の上面側から下面側へ入り込むのを防止または抑制することができる。

10

【 0 0 8 1 】

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、迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 A が連結部 2 3、2 4 の縁部および可動板 2 1 および支持部 2 2 の縁部のうちの連結部 2 3、2 4 近傍部分を除くように設けられているので、基体 2 上に迷光防止層 6 1 および絶縁層 6 2 A が形成された状態で比較的簡単に、可動板 2 1、支持部 2 2 および連結部 2 3、2 4 の側面全域を平坦化処理することができる。また、この平坦化処理に伴って、可動板 2 1、支持部 2 2 および連結部 2 3、2 4 の縁部や角部を丸め処理することができる。

よって、可動板 2 1 の回転に伴って連結部 2 3、2 4 に生じる応力集中を防止または緩和することができる。その結果、光スキャナー 1 A の長寿命化を図ることができる。

20

【 0 0 8 2 】

以上説明したような光スキャナーは、例えば、プロジェクター、レーザープリンター、イメージング用ディスプレイ、バーコードリーダー、走査型共焦点顕微鏡などの画像形成装置に好適に適用することができる。その結果、優れた描画特性を有する画像形成装置を提供することができる。

このような画像形成装置よれば、前述したような光スキャナー 1 を有するので、画像形成装置の長寿命化を図ることができる。

【 0 0 8 3 】

(画像形成装置)

ここで、本発明の画像形成装置の実施形態を説明する。

30

(プロジェクター)

図 1 0 は、本発明の画像形成装置の実施形態 (プロジェクター) を示す概略図である。なお、以下では、説明の便宜上、スクリーン S C 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。

図 1 0 に示すプロジェクター 9 は、レーザーなどの光を照出する光源装置 9 1 と、クロスダイクロイックプリズム 9 2 と、1 対の本発明の光スキャナー 9 3、9 4 (例えば、光スキャナー 1 と同様の構成の光スキャナー) と、固定ミラー 9 5 とを有している。

【 0 0 8 4 】

光源装置 9 1 は、赤色光を照出する赤色光源装置 9 1 1 と、青色光を照出する青色光源装置 9 1 2 と、緑色光を照出する緑色光源装置 9 1 3 とを備えている。

40

クロスダイクロイックプリズム 9 2 は、4 つの直角プリズムを貼り合わせて構成され、赤色光源装置 9 1 1、青色光源装置 9 1 2、緑色光源装置 9 1 3 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。

【 0 0 8 5 】

このようなプロジェクター 9 は、赤色光源装置 9 1 1、青色光源装置 9 1 2、緑色光源装置 9 1 3 のそれぞれから、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照出された光をクロスダイクロイックプリズム 9 2 で合成し、この合成された光が、光スキャナー 9 3、9 4 によって走査され、さらに固定ミラー 9 5 によって反射され、スクリーン S C 上でカラー画像を形成するように構成されている。

【 0 0 8 6 】

50

ここで、光スキャナー 93、94 の光走査について具体的に説明する。

まず、クロスダイクロイックプリズム 92 で合成された光は、光スキャナー 93 によって横方向に走査される（主走査）。そして、この横方向に走査された光は、光スキャナー 94 によってさらに縦方向に走査される（副走査）。これにより、2 次元カラー画像をスクリーン SC 上に形成することができる。このような光スキャナー 93、94 として本発明の光スキャナーを用いることで、極めて優れた描画特性を発揮することができる。

【0087】

ただし、プロジェクター 9 としては、光スキャナーにより光を走査し、対象物に画像を形成するように構成されていれば、これに限定されず、例えば、固定ミラー 95 を省略してもよい。

このように構成されたプロジェクター 9 によれば、前述した光スキャナー 1 と同様の構成の光スキャナー 93、94 を備えるので、安価に、高品位な画像を得ることができる。

【0088】

（ヘッドアップディスプレイ）

図 11 は、本発明の画像形成装置の実施形態（ヘッドアップディスプレイ）を示す概略図である。なお、以下では、前述したプロジェクター 9 と同様の構成については、その説明を省略する。

図 11 に示すヘッドアップディスプレイ 9A は、自動車、飛行機等の移動体において、各種情報をフロントウインドウ SC1 に投影する装置である。

【0089】

このヘッドアップディスプレイ 9A は、赤色光源装置 911、青色光源装置 912 および緑色光源装置 913 と、クロスダイクロイックプリズム 92 と、1 対の本発明の光スキャナー 93、94 と、固定ミラー 95A とを有している。

ここで、固定ミラー 95A は、凹面ミラーであり、光スキャナー 94 からの光をフロントウインドウ SC1 に投影する。すると、移動体の操縦者は、フロントウインドウ SC1 に対して前方に位置する仮想面 SC2 に虚像として表示像を視認することができる。

【0090】

以上、本発明の光学デバイス、光学デバイスの製造方法、光スキャナーおよび画像形成装置について、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形成装置では、各部の構成は、同様の機能を発揮する任意の構成のものに置換することができ、また、任意の構成を付加することもできる。また、本発明の光学デバイスの製造方法では、任意の工程を付加することもできる。

【0091】

また、前述した実施形態では、可動板が平面視において回転中心軸およびそれに垂直な線分の少なくとも一方に対して対称な形状をなす場合を説明したが、これに限定されず、可動板が平面視において回転中心軸およびそれに垂直な線分のいずれに対しても非対称な形状をなしていてもよい。

また、前述した実施形態では、可動板を支持部に対して回転可能に連結する連結部が 1 対設けられた場合を例に説明したが、可動板を支持部に対して回転可能に連結するものであれば、連結部の数は、1 つであってもよいし、3 つ以上であってもよい。

【0092】

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、本発明の光学デバイスは、これに限定されず、例えば、光スイッチ、光アッテネーター等の他の光学デバイスに適用することも可能である。

また、前述した実施形態では、可動板を回転させる駆動手段がムービングコイル型の電磁駆動方式を採用した構成を例に説明したが、かかる駆動手段は、ムービングマグネット型の電磁駆動方式であってもよいし、また、静電駆動方式、圧電駆動方式等の電磁駆動方式以外の駆動方式を採用するものであってもよい。

また、前述した実施形態では、基体上に絶縁層を介して設けた導体パターンがコイルを

10

20

30

40

50

有する場合を例に説明したが、かかる導体パターンは、電氣的導通のためのものであれば、これに限定されず、例えば、各種駆動源への通電のための配線、各種センサーに接続された配線等を含むものであってもよい。

【 0 0 9 3 】

また、迷光防止層が形成される位置、範囲、大きさ、形状等は、光学デバイスの形状、大きさ、設置条件等に応じて決められるものであり、迷光防止層が、基体を平面視したときに、連結部の縁部、および、可動板および支持部の縁部のうちの連結部近傍部分を除くように設けられていれば、前述した実施形態のものに限定されない。例えば、迷光防止層は、支持部上に設けられていなくてもよいし、連結部の長手方向での全域に亘って設けられていなくてもよい。また、可動板の光反射部側の面の一部に迷光防止層が形成されてい

10

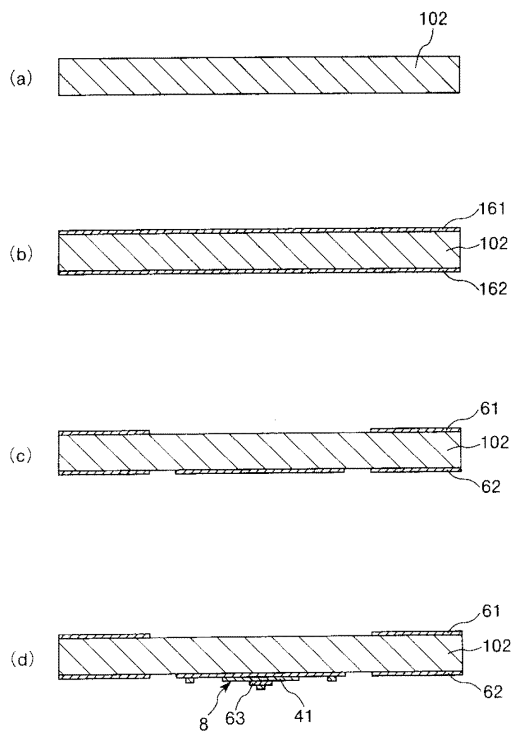
【符号の説明】

【 0 0 9 4 】

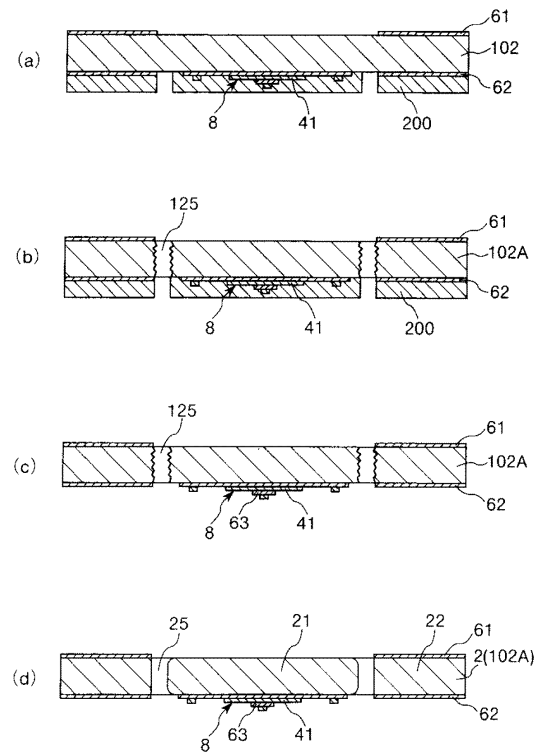
1	光スキャナー	1 A	光スキャナー	2	基体	3	支持体	4	駆動手
段	8	導体パターン	9	プロジェクター	9 A	ヘッドアップディスプレイ			
2 1	可動板	2 2	支持部	2 3	連結部	2 4	連結部	2 5	貫通孔
3 1	凹部	3 2	板状部	3 3	枠状部	4 1	コイル	4 2	永久磁石
4 3	永久磁石	6 1	迷光防止層	6 2	絶縁層 (迷光防止層)	6 2 A	絶縁層	6 3	絶縁層
6 3	絶縁層	7 2	配線	7 3	電極	7 4	配線	7 5	電極
9									
1	光源装置	9 2	クロスダイクロイックプリズム	9 3	光スキャナー	9 4			
	光スキャナー	9 5	固定ミラー	9 5 A	固定ミラー	1 0 2	シリコン基		
板	1 0 2	基体	1 0 2 A	基体	1 2 5	貫通孔	1 6 1	絶縁層	1 6 2
	絶縁層	2 0 0	マスク	2 1 1	光反射部	2 1 2	側面	2 1 3	角部
2 2 1	側面	2 3 1	側面	2 3 2	角部	2 3 3	角部	2 5 1	壁面
9 1 1	赤色光源装置	9 1 1	光源装置	9 1 2	青色光源装置	9 1 3			
緑色光源装置	S C	スクリーン	S C 1	フロントウインドウ					
S C 2	仮想面								
X	回動中心軸								

20

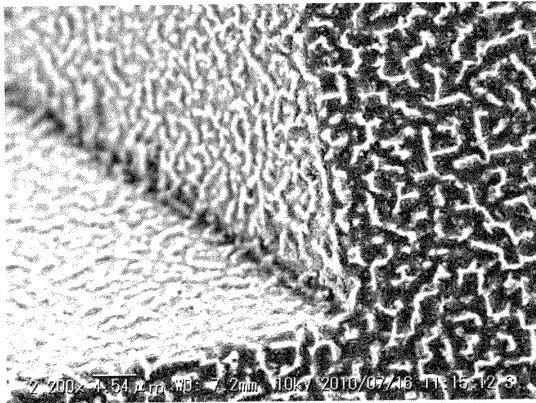
【図 5】



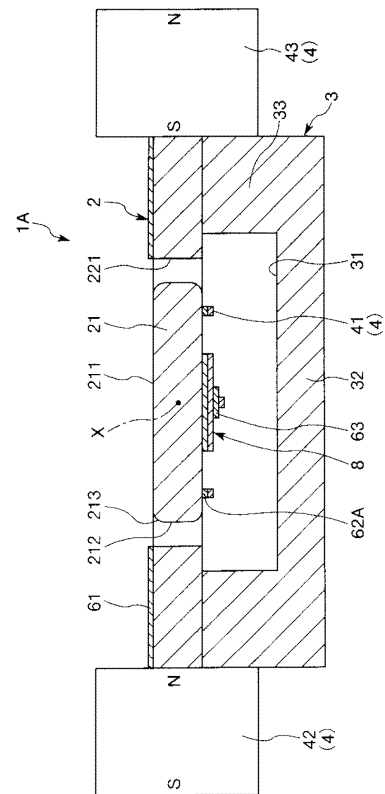
【図 6】



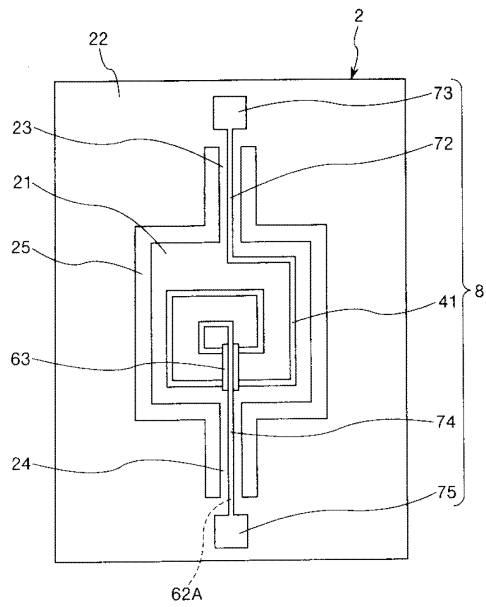
【図 7】



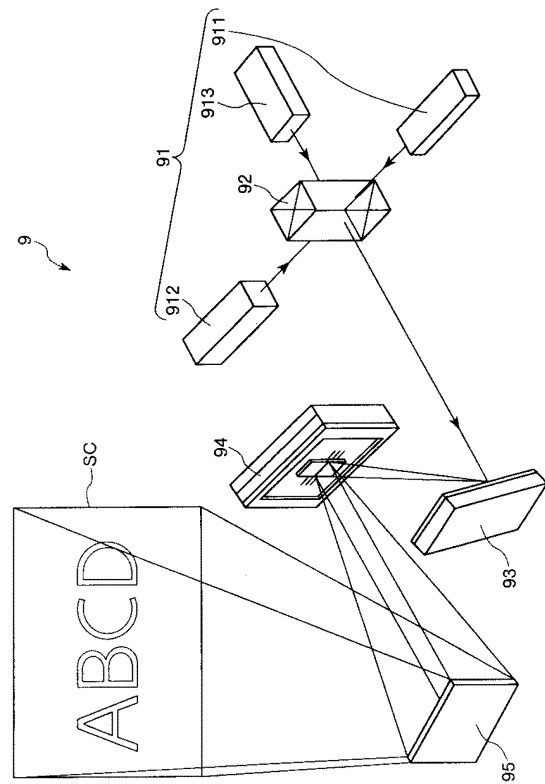
【図 8】



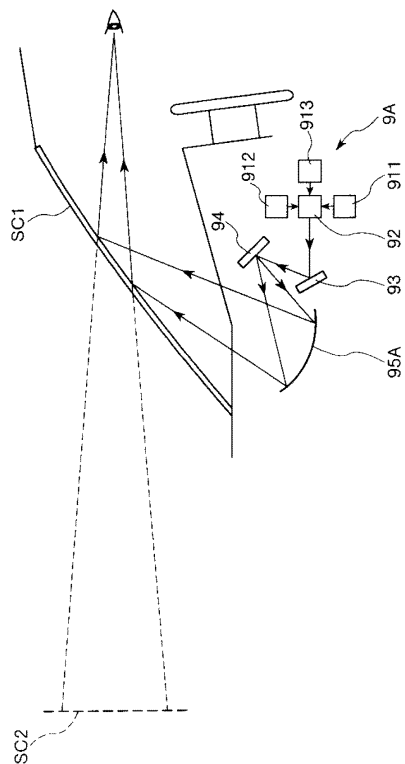
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-275550(JP,A)
特開2010-054628(JP,A)
特開2007-079002(JP,A)
特開2011-048074(JP,A)
特開2010-102147(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 26/08, 26/10

B81B 3/00