

(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2010-96875

(P2010-96875A)

(43) 公開日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
G02B	26/08	(2006.01)	G02B 26/08 E 2H045
G02B	26/10	(2006.01)	G02B 26/10 1O4Z 2H141
B81B	3/00	(2006.01)	B81B 3/00 3C081

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-265832 (P2008-265832)	(71) 出願人	304028346 国立大学法人 香川大学 香川県高松市幸町1番1号
(22) 出願日	平成20年10月15日(2008.10.15)	(71) 出願人	000002945 オムロン株式会社 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801番地
		(74) 代理人	100089222 弁理士 山内 康伸
		(74) 代理人	100134979 弁理士 中井 博
		(72) 発明者	大平 文和 香川県高松市林町2217番地20 国立 大学法人香川大学工学部内

最終頁に続く

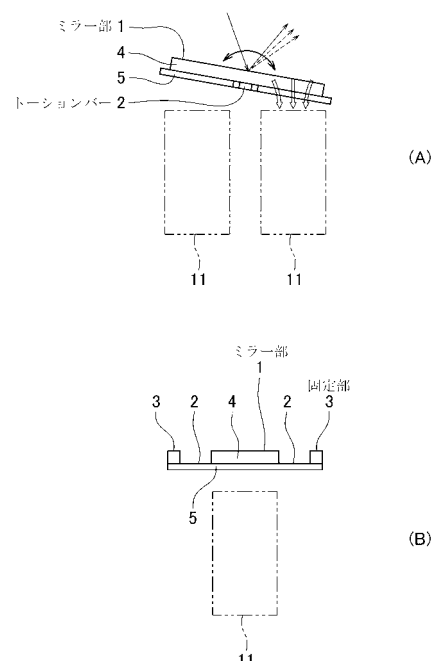
(54) 【発明の名称】 光偏向ミラー、光偏向ミラーの製法および光偏向器

(57) 【要約】

【課題】 大幅な低コスト化を可能とする光偏向ミラー、光偏向ミラーの製法、光偏向器を提供する。

【解決手段】 光ビームを偏向するための光偏向ミラーであって、基板4の表面が光反射性を有し、裏面にポリマー材料を主成分とする樹脂皮膜5が形成されたミラー部1と、ミラー部1に設けられ、樹脂皮膜5の突出部からなるトーションバー2と、トーションバー2に連結された固定部3とを有し、ミラー部1は磁気感受性を有し、トーションバー2はミラー部1を傾動自在に支持する。基板4の表面で光を反射でき、基板4が磁気感受性を有するので、電磁石で基板を傾動させることができる。トーションバー2の材料がポリマーを主成分とする樹脂であるから柔軟性があり、小さな駆動源で傾動できる。基板4の表裏両面とも、フォトリソグラフィ技術によるパターンニングと、ウエットエッチングにより製造でき、光偏向ミラーを廉価に製造できる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ビームを偏向するための光偏向ミラーであって、
 基板の表面が光反射性を有し、裏面にポリマー材料を主成分とする樹脂皮膜が形成されたミラー部と、
 前記ミラー部に設けられ、前記樹脂皮膜の突出部からなるトーションバーと、
 前記トーションバーに連結された固定部とを有し、
 前記ミラー部は磁気感受性を有し、前記トーションバーは前記ミラー部を傾動自在に支持することを特徴とする光偏向ミラー。

10

【請求項 2】

前記固定部は、前記ミラー部に対して一定の空間を設けて取り囲む形状で、かつ前記樹脂皮膜と同じ材料構成からなることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向ミラー。

【請求項 3】

前記固定部は、前記ミラー部に対して一定の空間を設けて取り囲む形状で、かつ前記ミラー部と同じ材料構成からなることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向ミラー。

【請求項 4】

前記基板が磁性材料からなることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の光偏向ミラー。

20

【請求項 5】

前記基板が非磁性材料からなり、前記樹脂皮膜はポリマー材料に磁性粉を混合した磁気感受性樹脂皮膜からなることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の光偏向ミラー。

【請求項 6】

前記基板が非磁性材料からなり、前記基板の裏面に磁性材料からなる磁性体を設けたことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の光偏向ミラー。

【請求項 7】

前記ポリマー材料が感光性を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載の光偏向ミラー。

30

【請求項 8】

前記基板の表面に、前記基板を溶解除去するエッチング液に耐性と共に光反射性を有する金属皮膜が形成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載の光偏向ミラー。

【請求項 9】

基板の光反射性を有する表面上に、前記基板を溶解除去するエッチング液に耐性を有する金属皮膜を成膜する皮膜形成工程と、
 フトリソグラフィ及びエッチング技術を用いて、前記金属皮膜に対してミラー部パターンと前記ミラー部パターンに対して一定の空間を設けて取り囲む形状の固定部パターンとを形成する表面パターンニング工程と、
 前記基板の裏面上に感光性のポリマー材料を主成分とする樹脂皮膜を形成する樹脂皮膜形成工程と、
 前記金属皮膜に、前記ミラー部パターンと前記固定部パターンと、前記ミラー部パターン及び前記固定部パターンを連結したトーションバーパターンをフトリソグラフィ技術により形成する裏面パターンニング工程と、
 前記ミラー部パターン、前記固定部パターン、及び前記トーションバーパターンをマスクとして、前記基板の露出部分をウエットエッチングにより除去することによりミラー部と固定部との間が前記樹脂皮膜からなるトーションバーで連結された構造を形成するウエットエッチング工程からなる

40

50

ことを特徴とする光偏向ミラーの製造方法。

【請求項 10】

前記樹脂皮膜形成工程が、感光性のポリマー材料に磁性体粉を混入した材料を用いることを特徴とする請求項 9 に記載の光偏向ミラーの製造方法。

【請求項 11】

基板の表面が光反射性を有し、磁気感受性を付与されたミラー部と、前記ミラー部に連結された樹脂皮膜の突出部からなるトーションバーと該トーションバーに連結された固定部とを有する光偏向ミラーと、
前記光偏向ミラーを、前記固定部を介して固定する器枠と、
前記器枠中に配置され、前記ミラー部に対抗する位置に配置された一对の電磁石とを含んでなり、
前記光偏向ミラーが請求項 1 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載の光偏向ミラーである

10

ことを特徴とする光偏向器。

【請求項 12】

前記光偏向ミラーが、交差方向に配置された二対の前記トーションバーを介して四方向に傾動自在に支持されている

ことを特徴とする請求項 11 に記載の光偏向器。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、光偏向ミラー、光偏向ミラーの製法および光偏向器に関する。MEMS（メムス、Micro Electro Mechanical Systems）とは、機械要素部品やセンサー、アクチュエータ、電子回路などを一つの基板上に集積化したデバイスをいう。本発明は、このような MEMS デバイスである光偏向ミラーとその製法、およびその光偏向ミラーを用いた光偏向器に関する。

【背景技術】

【0002】

MEMS デバイスとしての光偏向器には、静電駆動方式やローレンツ力駆動方式があるが、いずれの駆動方式にしても、ミラー部にシリコンを用い、ミラーを支えるトーションバーや固定部の形成には、フォトリソグラフィ技術によってパターニングをした後、ドライエッチング技術を用いて加工するものであった（特許文献 1～5 参照）。

30

【0003】

上記従来技術のうち、特許文献 1 に示す光偏向ミラーの製法を図 12 および図 13 に基づき説明する。

工程 1（図 12（A））：シリコンウエハを用意する。シリコンウエハはその一つ分であるシリコン基板 302 として図示されている。

工程 2（図 12（B））：シリコンウエハ 302 の表面に第一の絶縁膜 304 を、裏面に酸化シリコン膜 322 を形成する。

40

工程 3（図 12（C））：フォトリソグラフィ技術により、酸化シリコン膜 322 を選択的にエッチングする。つまり、可動板になる部分と弾性部材になる部分と支持体になる部分を除いて、酸化シリコン膜 322 をエッチングする。

工程 4（図 12（D））：この構造体の表面にアルミニウムを成膜し、その後フォトリソグラフィ技術によりアルミニウムをパターニングして、駆動コイルと配線と駆動電極と検出コイルを含む第一の導体膜 312 を形成する。

工程 5（図 12（E））：この構造体の表面に例えばプラズマ CVD 装置やスパッタリング装置などでシリコン酸化膜やシリコン窒化膜を成膜した後に、フォトリソグラフィ技術によりパターニングして、第二の絶縁膜 306 を形成する。

【0004】

50

引き続き、図13に基づき説明する。

工程6(図13(A))：この構造体の表面にスパッタリング装置でアルミニウムを成膜し、その後フォトリソグラフィ技術によりアルミニウムをパターニングして、ジャンプ線とジャンプ線とジャンプ線を含む第二の導体膜314を形成する。

工程7(図13(B))：この構造体の表面にプラズマCVD装置やスパッタリング装置などでシリコン酸化膜やシリコン窒化膜を成膜した後に、フォトリソグラフィ技術によりパターニングして、第三の絶縁膜308を形成する。

工程8(図13(C))：シリコンエッチング用のRIE(Reactive Ion Etching)装置でシリコンウエハ裏面の酸化シリコン膜322をマスクとしてシリコンをエッチングする。続いて、酸化シリコン膜322と、露出している部分の第一の絶縁膜304とを、酸化シリコン膜エッチング用のRIEによりシリコンウエハ裏面からエッチングする。

10

【0005】

上記工程を経た結果、可動板が一对の弾性部材を介して一对の支持体に支持されている光偏向ミラー部が形成される。

【0006】

しかるに、上記従来技術には、つぎの問題がある。

用いる基板材料であるシリコンが高価である。また、製作工程が上記のようにミラー部に配線を成形する必要から絶縁膜形成などにCVDなどの高価な装置と複雑な工程を必要とするうえ、前記工程8のシリコンエッチングにはRIE装置などの高価な装置が必要とされるので、製造コストが高くなるという問題がある。

20

【0007】

【特許文献1】特開2001-305472(とくに段落0023~0030、図5および図6)

【特許文献2】特開平11-231252

【特許文献3】特開2001-201709

【特許文献4】特開2004-198798

【特許文献5】特開2005-181395

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

30

本発明は上記事情に鑑み、大幅な低コスト化を可能とする光偏向ミラーおよび光偏向ミラーの製法と、それを用いた光偏向器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】

【0009】

第1発明の光偏向ミラーは、光ビームを偏向するための光偏向ミラーであって、基板の表面が光反射性を有し、裏面にポリマー材料を主成分とする樹脂皮膜が形成されたミラー部と、前記ミラー部に設けられ、前記樹脂皮膜の突出部からなるトーションバーと、前記トーションバーに連結された固定部とを有し、前記ミラー部は磁気感受性を有し、前記トーションバーは前記ミラー部を傾動自在に支持することを特徴とする。

40

第2発明の光偏向ミラーは、第1発明において、前記固定部は、前記ミラー部に対して一定の空間を設けて取り囲む形状で、かつ前記樹脂皮膜と同じ材料構成からなることを特徴とする。

第3発明の光偏向ミラーは、第1発明において、前記固定部は、前記ミラー部に対して一定の空間を設けて取り囲む形状で、かつ前記ミラー部と同じ材料構成からなることを特徴とする。

第4発明の光偏向ミラーは、第1から第3発明までのいずれか1項において、前記基板が磁性材料からなることを特徴とする。

第5発明の光偏向ミラーは、第1から第3発明までのいずれか1項において、前記基板が非磁性材料からなり、前記樹脂皮膜はポリマー材料に磁性粉を混合した磁気感受性樹脂皮膜からなることを特徴とする。

50

第6発明の光偏向ミラーは、第1から第3発明までのいずれか1項において、前記基板が非磁性材料からなり、前記基板の裏面に磁性材料からなる磁性体を設けたことを特徴とする。

第7発明の光偏向ミラーは、第1から第5発明までのいずれか1項において、前記ポリマー材料が感光性を有することを特徴とする。

第8発明の光偏向ミラーは、第1から第6発明までのいずれか1項において、前記基板の表面に、前記基板を溶解除去するエッチング液に耐性と共に光反射性を有する金属皮膜が形成されていることを特徴とする。

第9発明の光偏向ミラーの製造方法は、基板の光反射性を有する表面上に、前記基板を溶解除去するエッチング液に耐性を有する金属皮膜を成膜する皮膜形成工程と、フォトリソグラフィ及びエッチング技術を用いて、前記金属皮膜に対してミラー部パターンと前記ミラー部パターンに対して一定の空間を設けて取り囲む形状の固定部パターンとを形成する表面パターンニング工程と、前記基板の裏面上に感光性のポリマー材料を主成分とする樹脂皮膜を形成する樹脂皮膜形成工程と、前記金属皮膜に、前記ミラー部パターンと前記固定部パターンと、前記ミラー部パターン及び前記固定部パターンを連結したトーシヨンバーパターンをフォトリソグラフィ技術により形成する裏面パターンニング工程と、前記ミラー部パターン、前記固定部パターン、及び前記トーシヨンバーパターンをマスクとして、前記基板の露出部分をウェットエッチングにより除去することによりミラー部と固定部との間が前記樹脂皮膜からなるトーシヨンバーで連結された構造を形成するウェットエッチング工程からなることを特徴とする。

第10発明の光偏向ミラーの製造方法は、第9発明において、前記樹脂皮膜形成工程が、感光性のポリマー材料に磁性体粉を混入した材料を用いることを特徴とする。

第11発明の光偏向器は、基板の表面が光反射性を有し、磁気感受性を付与されたミラー部と、前記ミラー部に連結された樹脂皮膜の突出部からなるトーシヨンバーと該トーシヨンバーに連結された固定部とを有する光偏向ミラーと、前記光偏向ミラーを、前記固定部を介して固定する器枠と、前記器枠中に配置され、前記ミラー部に対抗する位置に配置された一对の電磁石とを含んでなり、前記光偏向ミラーが請求項1から請求項8までのいずれか1項に記載の光偏向ミラーであることを特徴とする。

第12発明の光偏向器は、第11発明において、前記光偏向ミラーが、交差方向に配置された二対の前記トーシヨンバーを介して四方向に傾動自在に支持されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

第1発明によれば、基板の表面で光を反射でき、基板が磁気感受性を有するので、電磁石で基板を傾動させることができる。また、トーシヨンバーの材料がポリマーを主成分とする樹脂であるから柔軟性があり、小さな駆動源で傾動できる。

第2発明によれば、固定部がミラー部を取り囲む形状であるので、ミラー部を安定して支持することができ、また、ミラー部の裏面に樹脂皮膜を形成する工程で同時に形成できるので、製造が簡易となる。

第3発明によれば、固定部がミラー部を取り囲む形状であるのでミラー部を安定して支持することができ、またミラー部と同じ材料構成であるから同じ工程で固定部を形成でき、製造が簡易となる。

第4発明によれば、基板自体が磁性材料なので、磁気感受性を付与することなくミラー部を電磁石で吸引・反発させることができ、基板に複雑な配線をしなくとも電磁石で駆動でき、駆動装置をコンパクトにできる。

第5発明によれば、基板は非磁性体であっても、磁性粉を混合した樹脂皮膜を形成するとき、同時に基板に磁気感受性を付与できるので、製造工程が簡潔となる。

第6発明によれば、基板は非磁性体であっても、基板の裏面に磁性体を設けることで、基板に磁気感受性を付与できるので、製造が簡易となる。

第7発明によれば、樹脂皮膜の材料が感光性ポリマーで形成する構成なので、フォトリ

10

20

30

40

50

ソグラフィ技術によるパターニングのみで製作ができて R I E などが不要なため製作コストを低くできる。また、トーションバーの材料がポリマーであるから、柔軟性があり、ミラー部を小さな駆動源で傾動できる。

第 8 発明によれば、基板の表面に基板の溶解除去に対する耐性が付与されるので、ウエットエッチング工程によって必要な形状に仕上げることができる。また、同時にミラーに必要な光反射性を付与できる。

第 9 発明によれば、基板の表裏両面とも、フォトリソグラフィ技術によるパターニングと、ウエットエッチングにより製造でき、特別高価な装置は必要とせず、エッチング工程はエッチング液に浸漬するだけで足り、高価なドライエッチング装置を用いる必要がない。このため、光偏向ミラーを廉価に製造できる。

第 10 発明によれば、基板の裏面に樹脂皮膜を形成するとき、同時に磁性粉を混入させることができるので、簡単に基板に磁気感受性を付与することができる。

第 11 発明によれば、ミラー部の表面で光を反射し、ミラー部が磁気感受性を有するので一対の電磁石で磁力を及ぼすとトーションバーで傾動自在に支持されたミラー部が 2 方向に傾動するので、光偏向器として機能する。

第 12 発明によれば、交差方向の二対のトーションバーでミラー部が傾動するように支持されているので、ミラー部を前後左右の 4 方向に光を偏向させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

(本発明の光偏向ミラーの基本構成)

図 1 は本発明に係る光偏向ミラーの基本構成を示し、(A) は概略正面図、(B) は概略側面図である。

本発明の偏向ミラーは、MEMS デバイスとしての光偏向ミラーであり、ミラー部 1 と、このミラー部 1 を傾動自在に支持するトーションバー 2 と、このトーションバー 2 に連結される適宜の形状の固定部 3 とから構成されている。ミラー部 1 は、少なくとも基板 4 と、基板 4 の裏面に形成されたポリマー材料を主成分とする樹脂皮膜 5 とからなる。そして、前記トーションバー 2 は、樹脂皮膜 5 の突出部で構成されている点に特徴がある。

また、ミラー部 1 は磁気感受性を備えている点に特徴がある。

【0012】

前記ミラー部 1 を構成する基板 4 としては、ウエットエッチングが可能な材料であれば、とくに制限なく種々の材料を用いることができる。

【0013】

前記トーションバー 2 を構成する樹脂皮膜 5 はポリマーを主成分とするが、感光性のものであっても非感光性のものであってもよく、これらは製法によって選択すればよい。

なお、樹脂皮膜 5 は主としてトーションバー 2 を構成するが、ミラー部 1 や固定部 3 の一部を構成してもよい。この場合、同時製造が可能になるなどの利点がある。

【0014】

前記ミラー部 1 に磁気感受性を付与するには、基板 4 に磁性材料である鉄やニッケル、コバルトなどの金属板を使うほか、ガラスやアルミニウムなどの非磁性体である基板 4 に磁気感受性を付与してもよい。

磁気感受性を付与するための手法としては、基板 4 の裏面に磁性粉を内蔵する樹脂皮膜を形成したり、磁性を有する金属板を貼り付けたり、磁性体被覆層を形成する方法がある。

【0015】

前記ミラー部 1 を構成する基板 4 の表面に光反射性を付与するには、その表面を鏡面とすることが要求される。鏡面化する方法としては、基板自体の表面を鏡面に仕上げる方法や液状樹脂を塗布して平滑表面とした後に金属等からなる反射膜を形成する方法などの種々の従来技術を適用することができる。また、反射膜の材質として反射率の大きな材料を用いれば鏡面反射率を大きくできるのでより好ましいが、本発明は必ずしもこれに限定されるものではない。

10

20

30

40

50

【0016】

前記固定部3は、その形状に特に制限はないが、前記ミラー部1に対し一定の空間をあけて取り囲む形状であると、ミラー部1を安定して支持でき、後述する枠体にも安定して取付けることができる。

この固定部3の材料は、前記樹脂皮膜5で形成してもよく、ミラー部1と同様に基板4と同じ材料の裏面に樹脂皮膜5を形成したものであってもよい。

【0017】

上記の基本構造を有する本発明の光偏向ミラーは、つぎの利点がある。

トーションバー2を構成する樹脂皮膜5はポリマーを主成分とするので、柔軟性のあるトーションバーが得られ、ミラー部1の傾動量を大きくでき、また小さな駆動力でも光偏向ミラーを傾動させることができる。

また、ミラー部1が磁気感受性を有するので、電磁石11で駆動できる。また、ミラー部1に配線を必要としないので、構造がシンプルになり製作工程が簡単になる。

さらに、トーションバー2を構成し、また基板4や固定部3の一部を構成する樹脂皮膜5は、感光性ポリマーを主成分とすると、フォトリソグラフィ技術とウエットエッチング技術のみで製造できるので、製作コストが低下する。

【0018】

つぎに、本発明の光偏向ミラーの各実施形態を説明する。

(第1実施形態)

図2は第1実施形態に係る光偏向ミラーAを示し、(A)は斜視図、(B)は(A)のB-B線断面図、(C)は(A)のC-C線断面図である。

本実施形態の光偏向ミラーAは、ミラー部1とトーションバー2と固定部3は上述した本発明の基本構成と同様である。

本実施形態の光偏向ミラーAは、ミラー部1の基板4が非磁性材料であり、トーションバー2の材料がポリマーを主成分とする樹脂材料で構成されている。

また、ミラー部1の基板4に磁気感受性を付与するため、磁性粉を混入した樹脂皮膜を形成したものである。

【0019】

前記ミラー部1および前記固定部3の基板4は薄いガラス板を用いたもので、その厚さは120~170 μ m位である。このガラス製の基板4の表面にはガラスを溶解除去する薬液に耐性と光反射性を有する金属皮膜6が成膜されている。この金属皮膜6にはクロムや金、アルミニウムなどが用いられる。金属皮膜6を形成するには、真空蒸着法やスパッタリング法が利用できる。

【0020】

前記ミラー部1および前記固定部3の裏面には、ポリマーを主成分とする樹脂皮膜5が形成されている。

また、この樹脂皮膜5には酸化鉄などの磁性粉が混入されている。この磁性粉によりミラー部1には磁気感受性が付与されている。なお、磁性粉としては、フェライト、磁性金属粉や合成金属粉など磁性を有する粉末材料であればいずれも用いることができる。

【0021】

上記のような構成であると、柔軟性のあるトーションバーが得られ、ミラー部1の傾動量を大きくでき、また小さな駆動力でも光偏向ミラーを傾動させることができる。また、ミラー部1が磁気感受性を有するので、電磁石11で駆動できる。また、ミラー部1に配線を必要としないので、構造がシンプルになる。

【0022】

(第2実施形態)

図3は本発明の第2実施形態に係る光偏向ミラーを示し、(A)は斜視図、(B)は(A)のB-B線断面図、(C)は(A)のC-C線断面図である。

第2実施形態の光偏向ミラーBは、ミラー部1の基板4が非磁性材料であり、トーションバー2の材料がポリマーを主成分とする樹脂材料である点は、第1実施形態と同様であ

10

20

30

40

50

る。ミラー部 1 の基板 4 に磁気感受性を付与するため磁性体 7 を用いる点が、第 1 実施形態と異なっている。

【 0 0 2 3 】

磁性体 7 を設けるには、磁性を有する金属板を接合したり、磁性材料を蒸着その他の手段で薄膜形成する方法が可能である。具体的には、鉄や Fe・Co 合金などの磁性材料を蒸着やスパッタリングにより薄膜形成してもよいし、フェライトなどの磁性酸化物をスパッタリングなどにより薄膜形成してもよい。また、磁性を有する金属板を用いるだけでなく、フェライトなどの磁性酸化物板を接合してもよい。

このように、基板 4 の裏面に磁性体 7 を設けておくと、ミラー部 1 が磁気感受性を有するので、電磁石 1 1 で駆動できる。また、ミラー部 1 に配線を必要としないので、構造が

10

シンプルになる。また、トーシヨンバー 2 はポリマーで作成されているので、柔軟性のあるトーシヨンバーが得られ、ミラー部 1 の傾動量を大きくでき、また小さな駆動力でも光偏向ミラーを傾動させることができる。

【 0 0 2 4 】

(第 3 実施形態)

図 4 は本発明の第 3 実施形態に係る光偏向ミラーを示し、(A) は斜視図、(B) は (A) の B - B 線断面図、(C) は (A) の C - C 線断面図である。

第 3 実施形態の光偏向ミラー C は、ミラー部 1 を構成する基板 4 として磁性材料を用いた点が、第 1 実施形態と異なっている。

20

トーシヨンバー 2 は、ポリマーを主成分とする樹脂材料を用いる点は第 1 実施形態と同様である。

基板 4 として磁性を有する SUS 板を用いている。また、SUS 板である基板 4 の表面は鏡面処理をすれば光を反射するので、ミラー部 1 には金属皮膜 6 を設けていない。鏡面処理にはポリッシング仕上げなどが利用できる。

【 0 0 2 5 】

本実施形態では、基板 4 自体が磁性を有しているので、ミラー部 1 が磁気感受性を有するので、電磁石 1 1 で駆動できる。また、ミラー部 1 に配線を必要としないので、構造が

シンプルになる。また、トーシヨンバー 2 はポリマーで作成されているので、柔軟性のあるトーシヨンバーが得られ、ミラー部 1 の傾動量を大きくでき、また小さな駆動力でも光偏向ミラーを傾動させることができる。

30

【 0 0 2 6 】

(第 4 実施形態)

図 5 は本発明の第 4 実施形態に係る光偏向ミラーを示し、(A) は斜視図、(B) は (A) の B - B 線断面図、(C) は (A) の C - C 線断面図である。

第 4 実施形態の光偏向ミラー D は、ミラー部 1 を構成する基板 4 として磁性材料を用いた点が、第 1 実施形態と異なっている。

トーシヨンバー 2 は、ポリマーを主成分とする樹脂材料を用いる点は第 1 実施形態と同様である。

40

ただし、ミラー部 1 の表面には、金属皮膜 6 を有している。

【 0 0 2 7 】

磁性を有する基板 4 には、ニッケル板や鉄板が用いられる。

基板 4 の表面には、金やクロムなどの金属皮膜 6 が設けられる。

【 0 0 2 8 】

本実施形態でも、基板 4 自体が磁性を有しているので、ミラー部 1 が磁気感受性を有するので、電磁石 1 1 で駆動できる。また、ミラー部 1 に配線を必要としないので、構造が

シンプルになる。また、トーシヨンバー 2 はポリマーで作成されているので、柔軟性のあるトーシヨンバーが得られ、ミラー部 1 の傾動量を大きくでき、また小さな駆動力でも光偏向ミラーを傾

50

動かさせることができる。

【 0 0 2 9 】

(本発明の光偏向ミラーの製法)

第 1 実施形態の光偏向ミラー A の製法をつぎに説明する。

図 6 は製法プロセスの前半 (I ~ III) を示し、図 7 は製法プロセスの後半 (IV ~ VI) を示す。

本製法は、フォトリソグラフィ技術とウエットエッチングで光偏向ミラーを製作する点に特徴がある。

【 0 0 3 0 】

(I) 皮膜成形工程

図 6 I に示すように、基板 4 となるマイクロカバーガラス (厚さ : 120 ~ 170 μm) の表面にガラスの溶解除去するエッチング液に耐性を有し、光反射膜を形成できる金属をスパッタリングして金属皮膜 6 を成膜する。金属皮膜 6 の金属素材としては、クロムや金などが用いられる。

【 0 0 3 1 】

(II) 表面パターンニング工程でのパターンニング

図 6 II に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて前記金属皮膜 6 に対してミラー部 1 に対応するミラー部パターン p 1 と固定部 3 に対応する固定部パターン p 3 にパターンニングする。パターンニング形状を点線 d で示す。

【 0 0 3 2 】

(III) 表面パターンニング工程でのエッチング

図 6 III に示すように、前記金属皮膜 6 をエッチング液を用いて、ミラー部パターン p 1 と固定部パターン p 3 を残し、残りの金属皮膜 6 を溶解除去する。

【 0 0 3 3 】

(IV) 樹脂皮膜成形工程

図 7 IV に示すように、基板 4 であるガラス板の裏面に感光性ポリマーを主成分とするレジストをスピニングして樹脂皮膜 5 を形成する。レジストとしては、ネガレジストでもポジレジストでもよい。ネガレジストとしては厚膜成形が可能なポリマーが好ましい。このような感光性があり厚膜成形が可能なポリマーとしては、以下の 1 ~ 4 を例示できる。また、ポジレジストとしては、以下の 5 を例示できる。

- 1 . 化薬マイクロケム株式会社 (<http://www.kayakumicrochem.jp/index.html>) S U - 8 3000 シリーズ
- 2 . 東京応化工業株式会社 (<http://www.tok.co.jp/products/mcb/photoresist.html>) PME R シリーズ
- 3 . 旭化成エレクトロニクス (<http://www.asahi-kasei.co.jp/akemd/jp/aboutakemd/product.html>) 感光性ポリイミド前駆体 " パイメル T M "
- 4 . 東レ (http://www.toray.co.jp/electronic/products/pro_b001.html) 感光性全芳香族ポリイミド前駆体溶液 " フォトニース
- 5 . 東レ、ポリイミドコーティング剤、フォトニース 商品名 : PW - 1 0 0 0

【 0 0 3 4 】

上記の樹脂皮膜成形工程で同時にミラー部 1 に磁気感受性を付与するには、前記ネガレジストに磁性粉を混合しておく方法がある。この場合に用いられる磁性粉としては、酸化鉄 (Iron (III) oxide 98 powder , 5 μm Fe2O3) などを用いることができる。厚膜レジストに酸化鉄を混入したうえで基板 4 の裏面に厚膜に塗布すると、樹脂皮膜 5 が硬化形成された時点で、基板 4 に磁気感受性をもたせることができる。

【 0 0 3 5 】

(V) 裏面パターンニング工程

図 7 の V では基板 4 を反転して示している。フォトリソグラフィ技術で樹脂皮膜 5 を所定のパターンに加工する。最初に、所定形状のフォトマスクを用いて露光プロセスを行うことで、樹脂皮膜 5 にミラー部パターン p 1 、トーションバー部パターン p 2 、固定部パ

10

20

30

40

50

ターン p 3 の潜像パターンを形成する。これらのパターン p 1 , p 2 , p 3 はミラー部 1、トーシヨンバー 2、固定部 3 に対応するものである。

つぎに、現像処理することでミラー部 1 の外周と固定部 3 の内周領域はトーシヨンバー 2 を除いて溶解する。その他の除去すべき領域も同時に溶解し、基板 4 の表面がそれぞれ露出する。

【 0 0 3 6 】

(VI) ウエットエッチング工程

上記プロセスにより、基板 4 の表面側では、トーシヨンバー部を含めて金属皮膜 6 が所定のパターン形状に加工され、裏面側ではトーシヨンバー部を残した所定のパターン形状が加工されているので、これらをマスクとしてガラスである基板 4 をエッチングする。エッチング液としては、たとえばフッ化水素酸を用いることができる。これにより基板 4 におけるミラー部 1 の外周と固定部 3 の内周領域のガラスが溶解し貫通部分 f ができ、ミラー部 1 と固定部 3 との間がトーシヨンバー 2 のみで連結された構造が得られる。

10

【 0 0 3 7 】

上記の工程を経ると、ガラス製基板 4 の表面におけるミラー部 1 と固定部分 3 に反射膜であるクロムまたは金からなる金属皮膜 6 が形成され、かつ基板 4 の裏面におけるミラー部 1 の下面とトーシヨンバー 2 と固定部 3 が樹脂皮膜 5 で形成された光偏向ミラー A が得られる。この光偏向ミラー A では、ミラー部 1 に対して一定の空間をあけて取り囲んだ固定部 3 が設けられており、ミラー部 1 と固定部 3 との間は一对のトーシヨンバー 2 で支持されている。

20

なお、トーシヨンバー 2 はミラー部 1 の重心位置から側方に延びているのが好ましいが、必ずしもこの位置でなくともよく、重心位置からズレたところに設けられていてもよい。

【 0 0 3 8 】

上記工程で光偏向ミラー A が得られると、図 8 に示す方法で本発明の光偏向器を作製できる。すなわち同図 VII に示すように、光偏向ミラー A を固定治具 1 2 に固定する。そして、同図 VIII に示すように箱形の器枠 1 3 に一对の電磁石 1 1 を取付けておき、この器枠 1 3 の上面に前記固定治具 1 2 をのせて固定すると、本発明の光偏向器が完成する。

【 0 0 3 9 】

(光偏向ミラーの製法の特徴)

第 1 実施形態の光偏向ミラー A について、上記製法で作製すれば、つぎの利点がある。

まず、基板 4 の材料にガラス板を使っているので材料費が廉価となる。また、基板 4 の表裏両面とも、フォトリソグラフィ技術によるパターンニングと、2 回のウエットエッチングにより必要な形状、構造を実現できる。換言すれば、特別高価な装置は必要とせず、エッチング工程もエッチング液に浸漬するだけで足り、高価なドライエッチング装置を用いる必要がない。このため、光偏向ミラーを廉価に製造できる。

30

【 0 0 4 0 】

つぎに、第 2 ~ 4 実施形態の光偏向ミラー B ~ D の製法を説明するが、前記製法 (I) ~ (VI) に基本的には準ずるので、要点のみ説明する。

第 2 実施形態の光偏向ミラー B の製法の要点は以下のとおりである。

40

1) 皮膜成形工程

基板 4 の表面にクロムをスパッタリングして金属皮膜 6 を形成する。

2) 表面パターンニング工程

更にフォトリソグラフィ技術を用いてミラー部パターン p 1 と固定部パターン p 3 をパターンニング後、クロムをエッチングする。これにより基板表面のパターンニングとエッチングが終了する。

3) 樹脂皮膜成形工程

基板 4 の裏面に感光性ポリマーを塗付して樹脂皮膜 5 を形成する。

4) 裏面パターンニング工程

更にフォトリソグラフィ技術を用いてミラー部パターン p 1、トーシヨンバーパターン

50

p 2 および固定部パターン p 3 をパターンニングする。

5) エッチング工程

基板 4 の余分な部分をフッ化水素酸によりエッチングする。これによりミラー部 1、トーションバー 2 および固定部 3 が形成される。

6) 磁性体形成工程

基板 4 の裏側における樹脂皮膜 5 の裏面に磁性体 7 を形成する。これによりミラー部 1 に磁気感受性が付与される。なお、基板 4 のすぐ裏側であって、樹脂皮膜 5 との間に磁性体 7 を設けてもよい。このような磁性体には金属板を用いたり、金属材料の蒸着膜を用いることができる。

【0041】

10

第3実施形態の光偏向ミラー C の製法の要点は、以下のとおりである。

1) 表面パターンニング工程

SUS の基板 4 の表面に SUS エッチング用マスクをフォトリソグラフィ技術を用いてミラー部パターン p 1 と固定部パターン p 3 をパターンニングする。SUS の基板 4 の表面は鏡面仕上げしておけば、それ自体が光反射性を有するので、光反射膜を形成する必要がない。

2) 樹脂皮膜成形工程

SUS の基板 4 の裏面に感光性ポリマーを塗付して樹脂皮膜 5 を形成する。

3) 裏面パターンニング工程

更にミラー部パターン p 1、トーションバーパターン p 2 および固定部パターン p 3 をパターンニングする。

20

4) エッチング工程

SUS の余分な部分を SUS エッチング液によりエッチングする。これにより、ミラー部 1、トーションバー 2 および固定部 3 が形成される。

基板 4 は SUS を用いているので、それ自体に磁性があり、別に磁気感受性を付与する必要はない。

【0042】

第4実施形態の光偏向ミラー D の製法の要点は、以下のとおりである。

1) 皮膜成形工程

ニッケルの基板 4 の表面に金をスパッタリングして金属皮膜 6 を形成する。

30

2) 表面パターンニング工程

更にフォトリソグラフィ技術を用いてミラー部パターン p 1 と固定部パターン p 3 をパターンニング後、金をエッチングする。

3) 樹脂皮膜成形工程

ニッケルの基板 4 の表面に感光性ポリマーを塗付して樹脂皮膜 5 を形成する。

4) 裏面パターンニング工程

更にミラー部パターン p 1、トーションバーパターン p 2 および固定部パターン p 3 をパターンニングする。

5) エッチング工程

ニッケルの余分な部分をエッチングする。これにより、ミラー部 1、トーションバー 2 および固定部 3 が形成される。

40

【0043】

第5実施形態の光偏向ミラーの製法の要点は、以下のとおりである。

第5実施形態の光偏向ミラーは、構造的には図5に示す第4実施形態と同様である。

基板 4 は鉄を用いているので、それ自体に磁性があり、別に磁気感受性を付与する必要はない。

1) 表面パターンニング工程

鉄の基板 4 の表面に鉄エッチング用マスクをフォトリソグラフィ技術を用いてミラー部パターン p 1 と固定部パターン p 3 をパターンニングする。

2) 樹脂皮膜成形工程

50

鉄の基板 4 の裏面に感光性ポリマーを塗付して樹脂皮膜 5 を形成する。

3) 裏面パターンニング工程

更にミラー部パターン p 1、トーシヨンバーパターン p 2 および固定部パターン p 3 をパターンニングする。

4) エッチング工程

鉄の余分な部分を鉄エッチング液によりエッチングする。これにより、ミラー部 1、トーシヨンバー 2 および固定部 3 が形成される。

5) 反射膜成膜工程

基板 4 の表面にクロムをスパッタリングする。これによりミラー面となる反射膜が形成できる。

10

【0044】

上記各製法で得られた第 2 ~ 第 5 実施形態の光偏向ミラーも、第 1 実施形態の光偏向ミラー A と同様の利点を有しており、図 8 に示す要領で本発明の光偏光器を構成することができる。

【0045】

(本発明の光偏向器)

図 9 は本発明の一実施形態である光偏向器 X を示す斜視図である。図 10 は動作説明図である。

【0046】

図 9 において、X は MEMS デバイスとしての光偏向器である。この光偏向器 X は、光偏向ミラー A と一対の電磁石 11 とそれらを保持する固定治具 12 および器枠 13 とからなる。

20

【0047】

前記固定治具 4 は、前記光偏向ミラー A ~ D の固定部 3 を取付けるための枠状の支持部材である。

前記器枠 13 は、箱状の部材であり、4 面の側壁と底壁とからなる。この器枠 13 の上端面には前記固定治具 4 が固定されている。そして、器枠 13 の内部において、その底壁上には、前記一対の電磁石 11 が取付けられている。

【0048】

前記電磁石 11 は通電すると磁力を発する公知のもので 2 個用いられている。それぞれの電磁石 11 は、前記ミラー部 1 におけるトーシヨンバー 2 を境にした左右両側部分に対応して配置されている。よって、図 10 に示すように、右側の電磁石 11 に通電すると、ミラー部 1 は右下りに傾斜する。反対に左側の電磁石 11 に通電すると、図示してないがミラー部 1 は左下に傾斜する。そして、いずれの電磁石 11 にも通電しないと、ミラー部 1 は水平に保たれる。

30

このように、電磁石 11 によってミラー部 1 を傾動させることによって、ミラー部 1 に投射された光を自在に偏向することができる。

【0049】

本発明の光偏向器は、ミラー部 1 に磁気感受性を付与しているので、電磁石 11 によりミラー部 1 を吸引し駆動させることができる。このように、駆動源に電磁石 11 を使えることから、静電駆動式やローレンツ力駆動式で要するミラー部の配線等を形成する必要がない。よって、構造を簡単にできる。

40

また、トーシヨンバー 2 が柔軟性を有する樹脂皮膜 5 で作製されているので、小さな駆動力で傾動でき、電磁石 11 を小形にすることもできる。

【0050】

図 11 は本発明の他の実施形態に係る光偏向器 Y の斜視図である。

本実施形態の光偏向器 Y における光偏向ミラーは、1 枚のミラー部 1 に対し、一対のトーシヨンバー 2 A で内側の固定部 3 A に支持し、この内側の固定部 3 A を他の一対のトーシヨンバー 2 B で外側の固定部 3 B に支持したものである。

トーシヨンバー 2 A とトーシヨンバー 2 B は互いに交差する方向に配置されている。

50

【 0 0 5 1 】

上記の光偏向ミラーは、トーションバー 2 A , 2 B と固定部 3 A , 3 B が 2 組づつ必要とされるが、それらの材料構成と製法は、第 1 ~ 第 5 実施形態の光偏向ミラーと同様である。この光偏向ミラーを用いた光偏向器 Y では、ミラー部 1 を左右前後の四方向に傾動させることができる。

【実施例】

【 0 0 5 2 】

第 1 実施形態の光偏向ミラー A を既述の製法 (I) ~ (VI) で製作した。樹脂皮膜 5 の材料は、直径 5 μm の酸化鉄 (Iron(III) oxide 98 powder , 5 μm Fe₂O₃) の微粒子を含むネガレジスト (S U - 8) である。それらの材料を用いたパターンングでは 3 0 μm 程度の微細構造の成型が可能であった。

上記の条件で製作した光偏向ミラー A を治具に固定し、図 1 0 で示すように電磁石 1 1 により光偏向ミラー A を吸引したところ、ミラー部 1 の傾動を確認することができた。また、その傾動量も十分に大きなものであった。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 3 】

【図 1】本発明に係る光偏向ミラーの基本構成を示し、(A) は概略正面図、(B) は概略側面図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態に係る光偏向ミラー A を示し、(A) は斜視図、(B) は (A) の B - B 線断面図、(C) は (A) の C - C 線断面図である。

【図 3】本発明の第 2 実施形態に係る光偏向ミラー B を示し、(A) は斜視図、(B) は (A) の B - B 線断面図、(C) は (A) の C - C 線断面図である。

【図 4】本発明の第 3 実施形態に係る光偏向ミラー C を示し、(A) は斜視図、(B) は (A) の B - B 線断面図、(C) は (A) の C - C 線断面図である。

【図 5】本発明の第 4 実施形態に係る光偏向ミラー D を示し、(A) は斜視図、(B) は (A) の B - B 線断面図、(C) は (A) の C - C 線断面図である。

【図 6】第 1 実施形態に係る光偏向ミラー A の製法 (前半) の説明図である。

【図 7】第 1 実施形態に係る光偏向ミラー A の製法 (後半) の説明図である。

【図 8】本発明の光偏向器の製法の説明図である。

【図 9】本発明の一実施形態である光偏向器 X を示す斜視図である。

【図 1 0】本発明の一実施形態である光偏向器 X の動作説明図である。

【図 1 1】本発明の他の実施形態に係る光偏向器 Y の斜視図である。

【図 1 2】従来 of 光偏向ミラーの製法 (前半) の説明図である。

【図 1 3】従来 of 光偏向ミラーの製法 (後半) の説明図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

- 1 ミラー部
- 2 トーションバー
- 3 固定部
- 4 基板
- 5 樹脂皮膜
- 6 金属皮膜

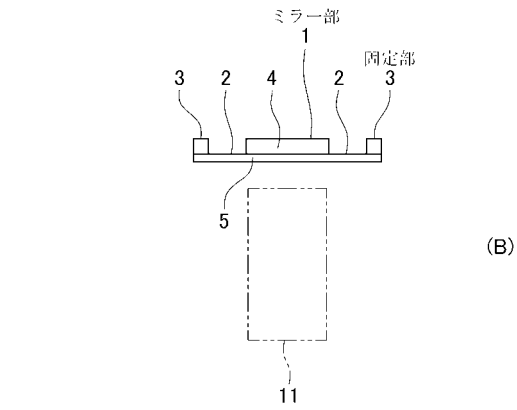
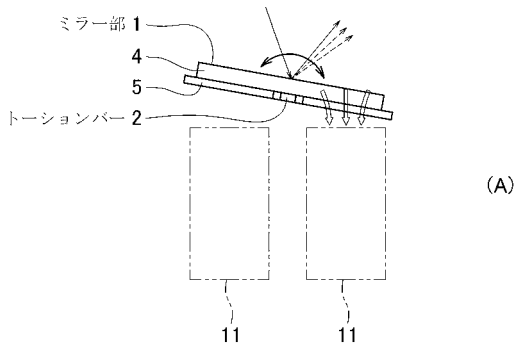
10

20

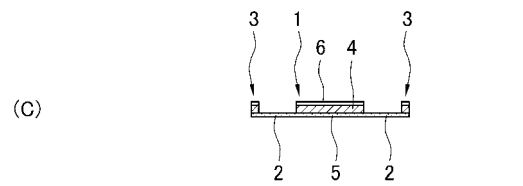
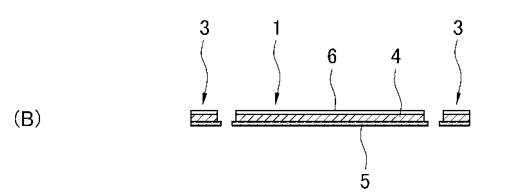
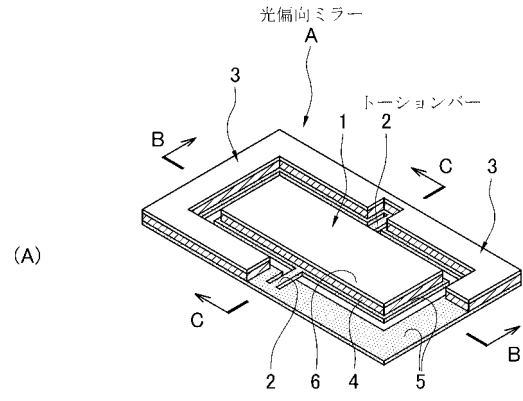
30

40

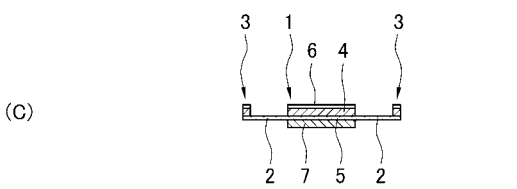
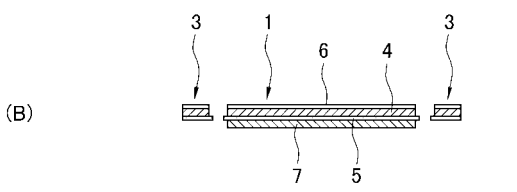
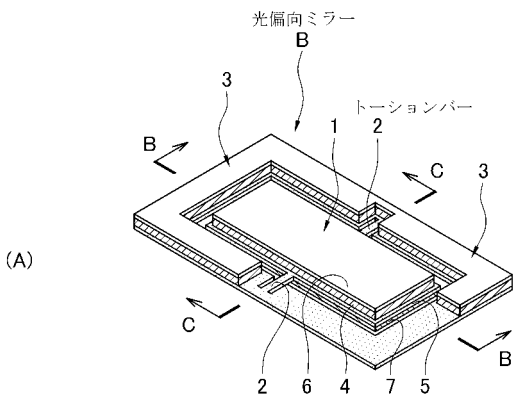
【図1】



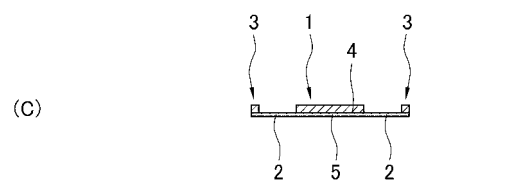
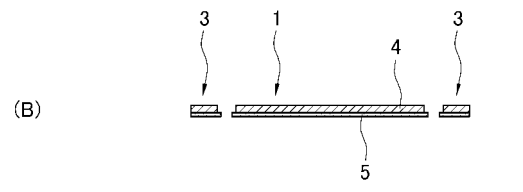
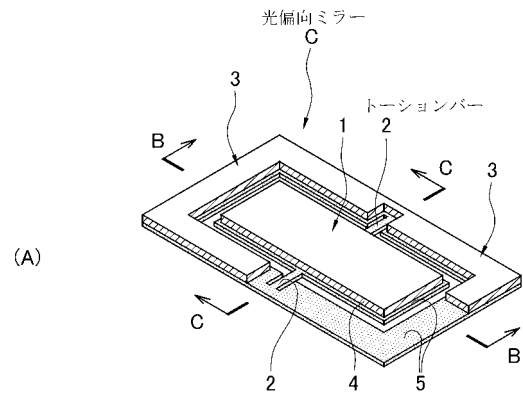
【図2】



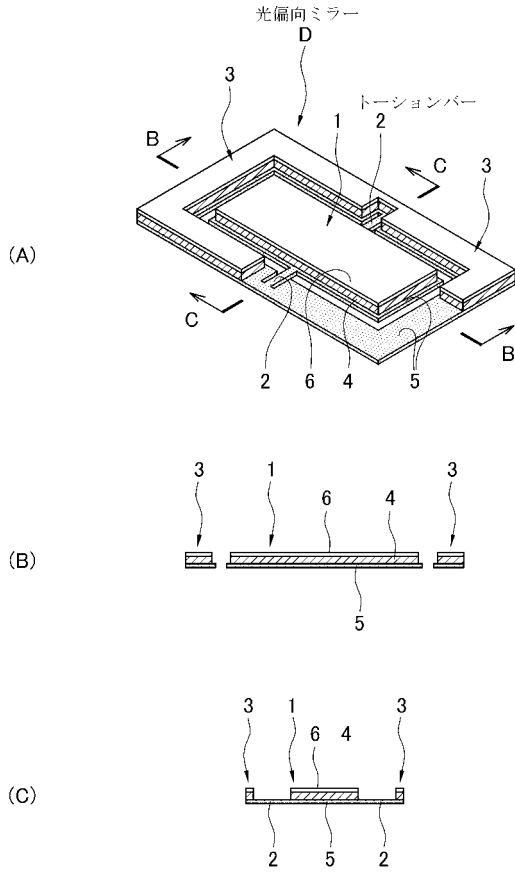
【図3】



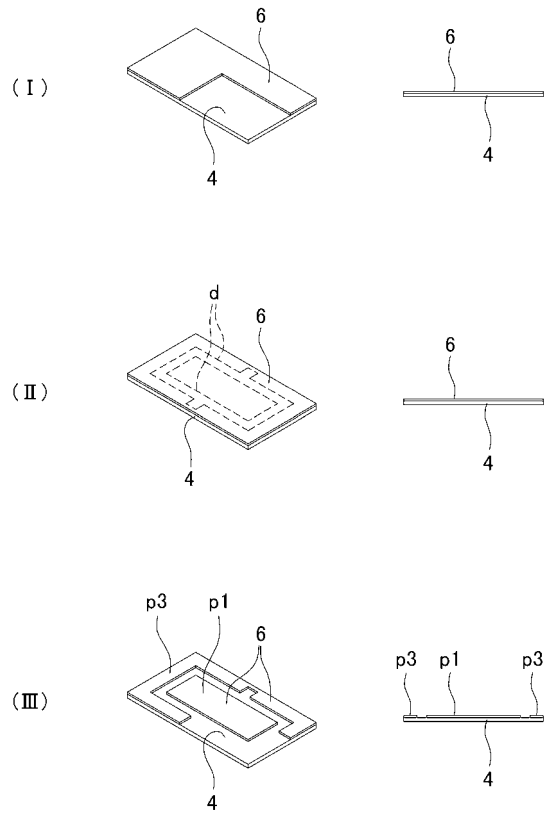
【図4】



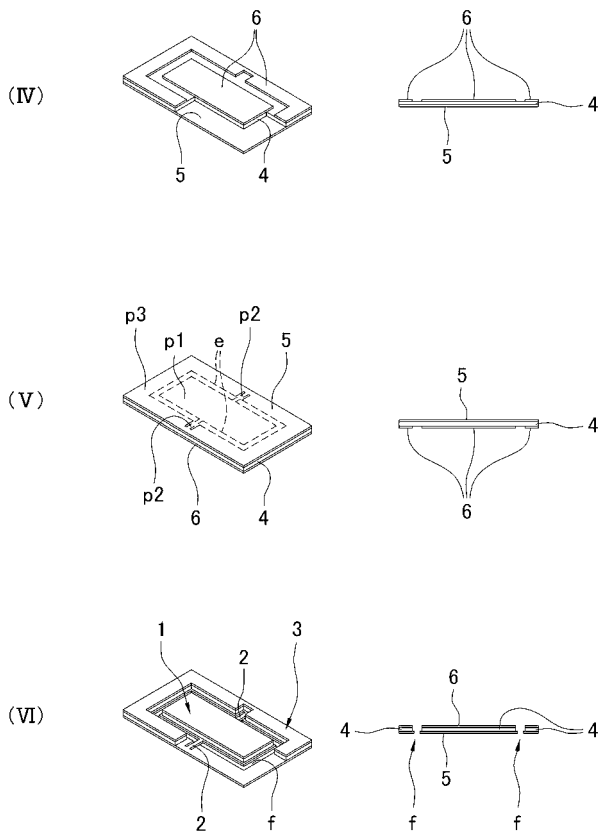
【 図 5 】



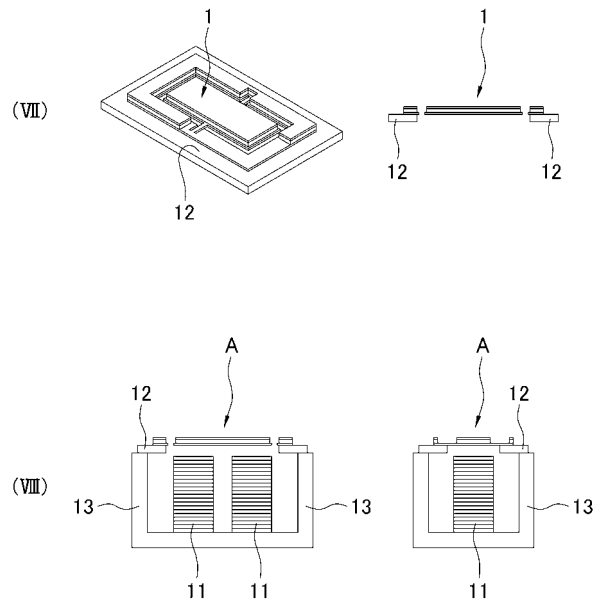
【 図 6 】



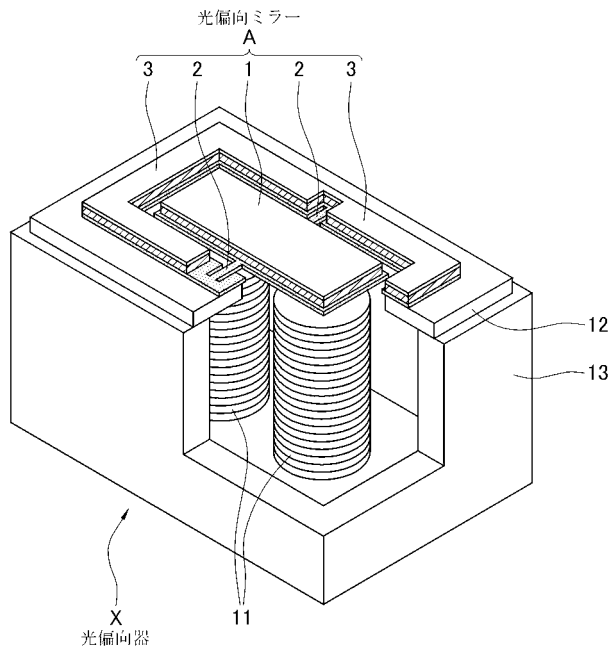
【 図 7 】



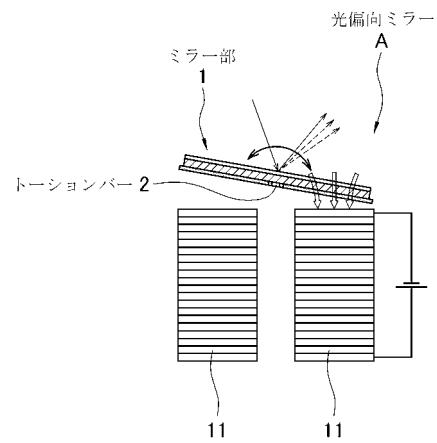
【 図 8 】



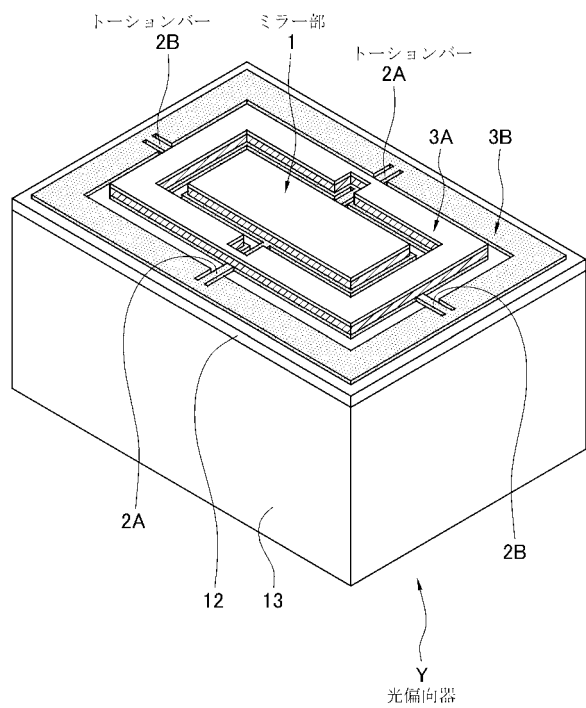
【 図 9 】



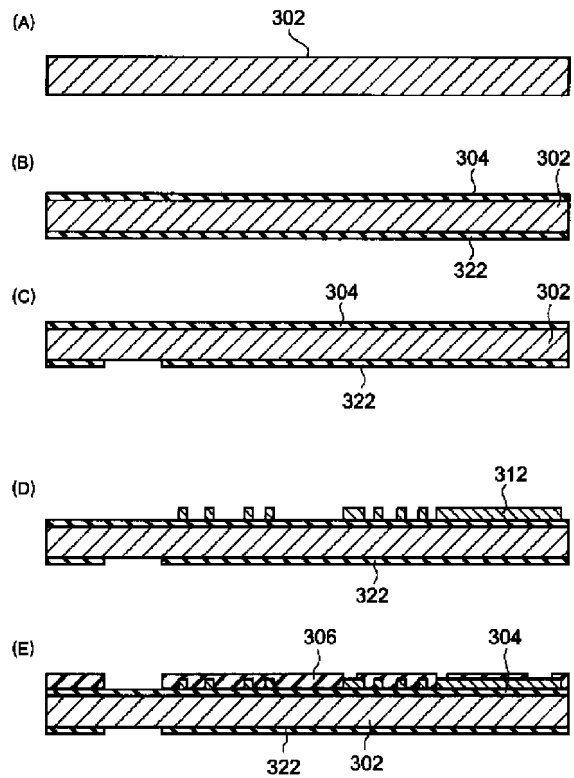
【 図 10 】



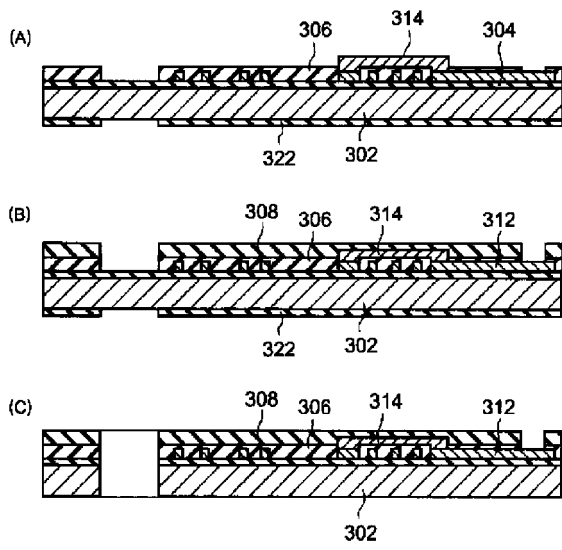
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 孝明

香川県高松市林町2 2 1 7番地2 0 国立大学法人香川大学工学部内

(72)発明者 中野 哲郎

香川県高松市林町2 2 1 7番地2 0 国立大学法人香川大学工学部内

Fターム(参考) 2H045 AB06 AB13 AB16 AB62 AB73 BA12

2H141 MA11 MB24 MC04 MD12 MD13 MD16 MD17 MD20 MD23 MF21

MF22 MF26 MF28 MZ06 MZ16 MZ19 MZ28

3C081 BA28 BA44 BA47 BA54 CA15 DA10 DA11 EA08