

(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2009-217193

(P2009-217193A)

(43) 公開日 平成21年9月24日(2009.9.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 02 B 26/10 (2006.01)	G 02 B 26/10	1 O 4 Z
B 81 B 3/00 (2006.01)	B 81 B 3/00	2 H 04 S
B 81 C 1/00 (2006.01)	B 81 C 1/00	3 C 08 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-63522 (P2008-63522)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成20年3月13日 (2008.3.13)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
		(74) 代理人	100080953 弁理士 田中 克郎
		(74) 代理人	100093861 弁理士 大賀 真司
		(72) 発明者	中村 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
		(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
			最終頁に続く

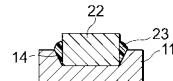
(54) 【発明の名称】光偏向器及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】ミラーの慣性モーメントをできるだけ減らしつつ、ミラーの剛性を維持して動撓みを抑制できる光偏向器及びその製造方法を提供する。

【解決手段】本実施形態に係る光偏向器は、所定の軸に沿って回動可能に構成された、反射面を備えるミラー2と、ミラー2の反射面の裏面に形成された磁石配置用の窪み14と、ミラー2の窪み14に固定された磁石22と、を有する。磁石22は、磁石22の側面に形成された接着剤23によりミラー2に接合されていることが好ましい。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の軸に沿って回動可能に構成された、反射面を備えるミラーと、
前記ミラーの前記反射面の裏面に形成された磁石配置用の窪みと、
前記ミラーの前記窪みに固定された磁石と、
を有する光偏向器。

【請求項 2】

前記磁石は、前記磁石の側面に形成された接着剤により前記ミラーに接合されている、
請求項 1 記載の光偏向器。

【請求項 3】

基板のミラーとなる部位の裏面に磁石配置用の窪みを形成する工程と、
前記基板の前記窪みに磁石を固定する工程と、
を有する光偏向器の製造方法。

【請求項 4】

基板の両面に所定のパターンをもつマスクを形成する工程と、
前記マスクを用いて前記基板を両面からエッチングすることにより、前記基板をミラー
形状に加工する工程と、をさらに有し、
前記基板をミラー形状に加工する工程と同時に、前記磁石配置用の窪みを形成する、
請求項 3 記載の光偏向器の製造方法。

【請求項 5】

前記基板の前記窪みに磁石を固定する工程は、
前記基板の前記窪みに磁石を載置する工程と、
前記磁石の外縁における前記基板の裏面上に接着剤を塗布して、前記基板の裏面と前記
磁石の側面とを接合する工程と、
を有する請求項 3 記載の光偏向器の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術を用いた光偏向器及び
その駆動方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、MEMS 技術を用いたマイクロアクチュエータの開発が盛んである。例えば、一
対の弾性支持部 (トーションバー) でねじり回転可能に支持されたミラーを備えた光偏向
器は、簡便な構成で画像表示装置を形成することが可能なデバイスとして開発が進んでい
る。

【0003】

このようなミラーを駆動する方法としては、静電引力を利用した方式、電磁力を利用し
た方式、圧電素子を利用した方式が主に挙げられる。

【0004】

このうち、電磁力を利用した光偏向器では、ミラーの反射面の裏面側に、ミラーを回動
させる駆動力を与えるための磁石が接合される (特許文献 1 参照)。

【特許文献 1】特開 2005-169553 号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、ミラーの高速動作時の歪み (動撓み) を抑制するためには、ミラーの剛性が
高いことが好ましい。ミラーの剛性を高くするにはミラーを厚くすればよいが、この場合
には、駆動トルクが上昇することが懸念される。したがって、駆動トルクの上昇を抑える
ために慣性モーメントをできるだけ減らしつつ、ミラーの剛性を維持して動撓みを抑制す

10

20

30

40

50

る構造が求められている。

【0006】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的の一つは、ミラーの慣性モーメントができるだけ減らしつつ、ミラーの剛性を維持して動撓みを抑制できる光偏向器及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するため、本発明の光偏向器は、所定の軸に沿って回動可能に構成された、反射面を備えるミラーと、ミラーの反射面の裏面に形成された磁石配置用の窪みと、ミラーの窪みに固定された磁石と、を有する。

10

【0008】

上記構成では、磁石は磁石配置用の窪みに固定されていることから、窪みがない場合に比べて、ミラーの重心が回動の中心軸に近づくことになる。このように、ミラーの重心を回動の中心軸に近づけることにより、ミラーの慣性モーメントが減少する。また、窪みが形成された箇所には磁石が配置されていることから、この磁石により窪みの部位が補強され、全体としてミラーの剛性は維持される。

【0009】

磁石は、磁石の側面に形成された接着剤によりミラーに接合されていることが好ましい。このように、磁石とミラーの間には接着剤を設けないことにより、接着剤に起因する磁石の傾きや位置ずれが防止される。また、磁石とミラーの間の全面に接着剤を塗布する場合と比較して、硬化する際に生じる応力が低減され、ミラーの撓みが抑制される。

20

【0010】

さらに、上記の目的を達成するため、本発明の光偏向器の製造方法は、基板のミラーとなる部位の裏面に磁石配置用の窪みを形成する工程と、基板の窪みに磁石を固定する工程と、を有する。

【0011】

上記構成では、磁石配置用の窪みは磁石の固定のためのアライメントマークとしても機能するため、正確な磁石の固定が可能となる。また、磁石は磁石配置用の窪みに固定されていることから、窪みがない場合に比べて、ミラーの重心が回動の中心軸に近づくことになる。このように、ミラーの重心を回動の中心軸に近づけることにより、ミラーの慣性モーメントが減少する。また、窪みが形成された箇所には磁石が配置されていることから、この磁石により窪みの部位が補強され、全体としてミラーの剛性は維持される。

30

【0012】

好ましくは、基板の両面に所定のパターンをもつマスクを形成する工程と、マスクを用いて基板を両面からエッチングすることにより、基板をミラー形状に加工する工程と、をさらに有し、基板をミラー形状に加工する工程と同時に、磁石配置用の窪みを形成する。これにより、窪みを設けない場合に比べて、工程を増加させずに、磁石配置用の窪みが形成される。

【0013】

好ましくは、基板の窪みに磁石を固定する工程は、基板の窪みに磁石を載置する工程と、磁石の外縁における基板の裏面上に接着剤を塗布して、基板の裏面と磁石の側面とを接合する工程と、を有する。このように、磁石とミラーの間には接着剤を設けないことにより、接着剤に起因する磁石の傾きや位置ずれが防止される。また、磁石とミラーの間の全面に接着剤を塗布する場合と比較して、硬化する際に生じる応力が低減され、ミラーの撓みが抑制される。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

(第1実施形態)

以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

図1は、本実施形態に係る光偏向器の構成を示す平面図である。図2は、図1のI-I -

50

I I 線における断面図である。

【0015】

光偏向器 1 は、可動板 1 1 と、支持枠 1 2 と、可動板 1 1 を支持枠 1 2 に対してねじり回転可能に支持する一対の弹性支持部 1 3 とを有する。可動板 1 1 、支持枠 1 2 、及び弹性支持部 1 3 は、例えば、シリコン基板をエッティング加工することにより一体形成される。可動板 1 1 の表面には、反射膜 2 1 が形成されている。これにより、可動板 1 1 及び反射膜 2 1 からなるミラー 2 が構成される。

【0016】

また、可動板 1 1 の裏面には、磁石 2 2 が接合されている。磁石 2 2 は、可動板 1 1 を平面視したときに、可動板 1 1 の回転中心軸である軸線 X に直交する方向に磁化されている。すなわち、磁石 2 2 は、軸線 X を介して対向する互いに極性の異なる一対の磁極を有している。支持枠 1 2 は、ホルダ 5 0 に接合されており、ホルダ 5 0 上には、可動板 1 1 を駆動させるためのコイル 5 1 が配置されている。

【0017】

上記の振動ミラー 1 では、周期的に変化する電流（交流）がコイル 5 1 に供給される。これにより、コイル 5 1 は上方（可動板 1 1 側）に向く磁界と、下方に向く磁界とを交互に発生させる。これにより、コイル 5 1 に対し磁石 2 2 の一対の磁極のうち一方の磁極が接近し他方の磁極が離間するようにして、弹性支持部 1 3 を揺れ変形させながら、可動板 1 1 が X 軸回りに回動させられる。

【0018】

図 3 は、可動板 1 1 の裏面図である。また、図 4 は、可動板 1 1 および磁石 2 2 の接合の様子を示す断面図である。

【0019】

図 3 に示すように、多角形又は円形に近い平面外形をもつ可動板 1 1 の中心に、磁石 2 2 が配置されている。そして、図 4 に示すように、可動板 1 1 の裏面には、磁石配置用の窪み 1 4 が形成されており、この窪み 1 4 に磁石 2 2 が固定されている。窪み 1 4 の深さに限定はないが、少なくとも窪み 1 4 の部位における可動板 1 1 と磁石 2 2 の合計厚さが、窪み 1 4 以外の部位における可動板 1 1 の厚さと同等以上であればよい。これにより、窪み 1 4 の部位の剛性が、他の部位に比べて低くなることが防止される。

【0020】

可動板 1 1 への磁石 2 2 の固定方法に限定はないが、好ましくは、磁石 2 2 の側面に接着剤 2 3 が塗布されており、これにより、可動板 1 1 の裏面と磁石 2 2 の側面とが接合されている。接着剤 2 3 は、熱硬化性接着剤、紫外線硬化性接着剤等の各種の接着剤を使用することができる。例えば、接着剤 2 3 は、磁石 2 2 の側面に部分的に複数箇所に塗布しても、磁石 2 2 の全ての側面を覆う枠状に塗布してもよい。

【0021】

次に、上記の本実施形態に係る光偏向器 1 の製造方法について、図 5 ~ 図 2 0 を参照して説明する。

【0022】

図 5 に示すように、例えば、シリコンからなる基板 1 0 を用意する。そして、図 6 に示すように、熱酸化により、基板 1 0 の両面に酸化シリコンからなるマスク 3 1 , 3 2 を形成する。

【0023】

次に、図 7 に示すように、基板 1 0 の表面側のマスク 3 1 上にレジスト 4 1 を形成する。レジストは、ポジ型であってもネガ型であってもよい。そして、続いて、図 8 に示すように、基板 1 0 の裏面側のマスク 3 2 上にレジスト 4 2 を形成する。

【0024】

次に、図 9 に示すように、基板 1 0 の裏面側のレジスト 4 2 を露光及び現像して、レジスト 4 2 に所定の開口パターン P 2 , P 2 ' を形成する。開口パターン P 2 は、可動板 1 1 、支持枠 1 2 、弹性支持部 1 3 以外の領域を開口するパターンである。開口パターン P

10

20

30

40

50

2'は、窪み14を開口するパターンである。

【0025】

次に、図10に示すように、レジスト42をマスクとして裏面側のマスク32をエッチングする。これにより、レジスト42の開口パターンP2,P2'が、マスク32に転写される。マスク32のエッチングには、例えばバッファードフッ酸(BHF)が用いられる。

【0026】

次に、図11に示すように、基板両面のレジスト41,42を除去する。レジスト41,42の除去には、硫酸洗浄又はアッシングが用いられる。

【0027】

次に、図12に示すように、基板10の裏面側に再度、レジスト43を形成する。さらに、図13に示すように、基板10の表面側に再度、レジスト44を形成する。

【0028】

次に、図14に示すように、基板10の表面側のレジスト44を露光及び現像して、レジスト44に所定の開口パターンP1を形成する。開口パターンP1は、可動板11、支持枠12、弾性支持部13以外の領域を開口するパターンである。レジスト44は、窪み14に対応する領域を覆っている。

【0029】

次に、図15に示すように、レジスト44をマスクとして表面側のマスク31をエッチングする。これにより、レジスト44の開口パターンP1が、マスク31に転写される。マスク31のエッチングには、例えばバッファードフッ酸(BHF)が用いられる。

【0030】

次に、図16に示すように、基板両面のレジスト43,44を除去する。レジスト43,44の除去には、硫酸洗浄又はアッシングが用いられる。

【0031】

次に、図17に示すように、マスク31,32を用いて、基板10をエッチングする。これにより、開口パターンP1,P2の領域においては、基板10は両面からエッチングされて、基板10に貫通孔が形成され、可動板11、支持枠12、弾性支持部13のパターンが形成される。また、開口パターンP2'の領域においては、基板10は裏面のみからエッチングされて、貫通孔ではなく窪み14が形成される。基板10のエッチングには、ドライエッチング又はウェットエッチングのいずれも適用可能であるが、例えば、KOHを用いたウェットエッチングを用いる。Siの面方位(100)ウェハからなる基板10に、KOHなどのウェットエッチングを施した場合には、窪み14の側面にはSiの(111)面が現れることから、窪み14の側面はテーパー形状となる。窪み14の側面がテーパー形状となることで、窪み14への磁石22の配置、及び窪み14への接着剤23の収容が可能となる。

【0032】

次に、図18に示すように、マスク31,32を除去した後、さらに、基板10の表面に金属膜を成膜しパターニングすることにより、可動板11上に反射膜21を形成する。金属膜の成膜方法としては、真空蒸着、スパッタリング、電気メッキ、無電解メッキ、金属箔の接合等が挙げられる。なお、マスク31及びマスク32を除去せずに、残してもよい。

【0033】

次に、図19に示すように、可動板11の窪み14に磁石22を載置する。続いて、図20に示すように、磁石22の外縁における窪み14内に接着剤23を塗布し、接着剤23を硬化させることにより、磁石22の側面と可動板11の裏面とを接合させる。

【0034】

以降の工程としては、このようにして一枚の基板を用いて作製された可動板11、支持枠12、弾性支持部13を含む構造体を、ホルダ50に取り付けることにより、光偏向器1が製造される。

10

20

30

40

50

【0035】

上記の本実施形態に係る光偏向器1及びその製造方法では、磁石22は磁石配置用の窪み14に固定されていることから、窪み14がない場合に比べて、ミラー2の重心が回動の中心軸に近づくことになる。回動の中心軸は、弾性支持部13により規定される。このように、ミラーの重心を回動の中心軸に近づけることにより、ミラーの慣性モーメントが減少する。慣性モーメントを減少できることにより、駆動トルクの増加が抑制される。また、窪みが形成された箇所には磁石が配置されていることから、この磁石により窪みの部位が補強され、全体としてミラーの剛性は維持される。ミラーの剛性が高く維持されることにより、動撓みが抑制される。さらに、磁石配置用の窪みは磁石の固定のためのアライメントマークとしても機能するため、磁石の配置精度が向上する。

10

【0036】

さらに、本実施形態では、接着剤23により可動板11の裏面と磁石22の側面とが接合される。このように、磁石22と可動板11の間に接着剤23を設けないことにより、接着剤23に起因する磁石の傾きや位置ずれが防止される。また、磁石22と可動板11の間の全面に接着剤を塗布する場合と比較して、硬化する際に生じる応力が低減され、可動板11の撓みが抑制される。

【0037】

さらに、本実施形態に係る光偏向器の製造方法では、窪み14を設けない場合に比べて、工程を追加することなく、可動板11の裏面に窪み14を設けることができる。

20

【0038】

(第2実施形態)

本実施形態に係る光偏向器1の応用例として、投射型の表示装置を説明する。図21は、投射型の表示装置の概略構成を示す図である。図21に示す光走査装置は、水平走査ミラーとして図1に示す光偏向器1を用いている。

【0039】

図21に示す光走査装置は、光偏向器1の他に、レーザ光源101と、ダイクロイックミラー102と、フォトダイオード103と、垂直ミラー104とを備える。

【0040】

レーザ光源101は、赤色レーザ光を出射する赤色レーザ光源101Rと、青色レーザ光を出射する青色レーザ光源101Bと、緑色レーザ光を出射する緑色レーザ光源101Gとを有する。ただし、2色以下又は4色以上のレーザ光源を用いてもよい。

30

【0041】

ダイクロイックミラー102は、赤色レーザ光源101Rからの赤色レーザ光を反射するダイクロイックミラー102Rと、青色レーザ光を反射し赤色レーザ光を透過させるダイクロイックミラー102Bと、緑色レーザ光を反射し青色レーザ光及び赤色レーザ光を透過させるダイクロイックミラー102Gとを有する。この3種のダイクロイックミラー102により、赤色レーザ光、青色レーザ光、及び緑色レーザ光の合成光が振動ミラー1に入射する。

【0042】

フォトダイオード103は、各ダイクロイックミラー102R, 102G, 102Bに反射されずに透過した赤色レーザ光、緑色レーザ光、青色レーザ光の光量を検出する。

40

【0043】

光偏向器1は、ダイクロイックミラー102から送られたレーザ光を水平方向(軸線Xの垂直方向)に走査する。光偏向器1は、上述したように、MEMSにより形成された、共振型ミラーである。

【0044】

垂直ミラー104は、光偏向器1により反射されたレーザ光を垂直方向に走査する。垂直ミラー104は、例えば、ガルバノミラーにより構成される。ガルバノミラーとはミラーに軸を付け、電気振動に応じてミラーの回転角を変えられるようにした偏向器である。光偏向器1によるレーザ光の水平走査、及び垂直ミラー104によるレーザ光の垂直走査

50

により画像が表示される。

【0045】

本実施形態に係る光走査装置は、上記のレーザ光源101、振動ミラー1、垂直ミラー104の駆動制御系として、さらに、レーザ光源101を駆動するレーザ駆動手段110と、光偏向器1を駆動する水平ミラー駆動手段111と、垂直ミラー104を駆動する垂直ミラー駆動手段112と、全体の動作の制御を担う制御手段113と、記憶手段114とを有する。

【0046】

制御手段113は、パーソナルコンピュータや携帯電話等の各種の映像ソース115から送られた画像情報に基づいて、これらの画像を表示すべく、レーザ駆動手段110、水平ミラー駆動手段111、垂直ミラー駆動手段112の動作を制御する。
10

【0047】

記憶手段114は、例えば、各種のプログラムを収納するROMと、変数等を収納するRAMと、不揮発性メモリとにより構成される。

【0048】

本実施形態に係る光偏向器1を表示装置に適用することにより、表示性能の良好な表示装置を実現できる。

【0049】

本発明は、上記の実施形態の説明に限定されない。

例えば、可動板11は円形以外の多角形でもよい。また、本実施形態では、1次元1自由度で駆動するタイプの可動板11を例示したが、2次元に駆動するタイプの可動板11であってもよく、また、1次元2自由度で駆動するタイプの可動板11であってもよい。2次元に駆動するタイプの振動ミラーを用いた場合には、垂直ミラー104は不要である。磁石22の側面ではなく、磁石22の底面に接着剤23を塗布してもよい。
20

また、光偏向器1は、表示装置以外にもレーザプリンタ等に適用可能である。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】第1実施形態に係る光偏向器の平面図である。

【図2】図1のII-II線の断面図である。
30

【図3】可動板の裏面図である。

【図4】可動板及び磁石22の接合付近における断面図である。

【図5】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図6】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図7】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図8】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図9】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図10】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図11】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図12】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。
40

【図13】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図14】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図15】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図16】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図17】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図18】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図19】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図20】第1実施形態に係る光偏向器の製造方法を示す工程断面図である。

【図21】第2実施形態に係る、光偏向器を用いた表示装置の概略構成図である。

【符号の説明】

10

20

30

40

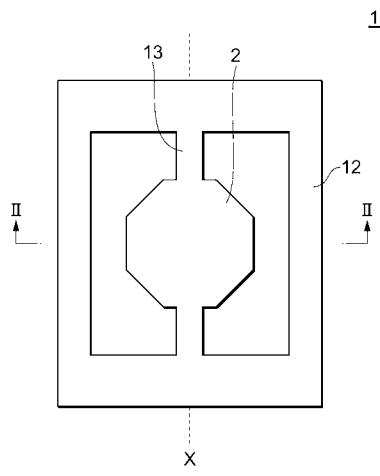
50

【0051】

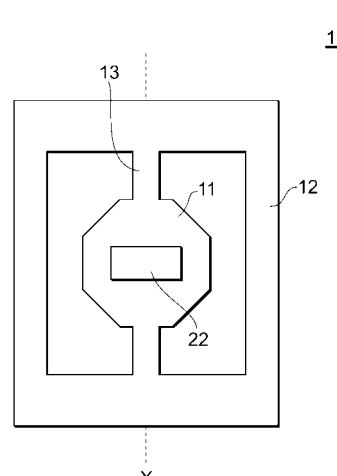
1 ... 光偏向器、2 ... ミラー、10 ... 基板、11 ... 可動板、12 ... 支持枠、13 ... 弹性支持部、14 ... 窪み、50 ... ホルダ、21 ... 反射膜、22 ... 磁石、23 ... 接着剤、31, 32 ... マスク、41, 42, 43, 44 ... レジスト、50 ... ホルダ、51 ... コイル、100 ... 表示装置、101 ... レーザ光源、101R ... 赤色レーザ光源、101G ... 緑色レーザ光源、101B ... 青色レーザ光源、102, 102R, 102G, 102B ... ダイクロイックミラー、103, 103R, 103G, 103B ... フォトダイオード、104 ... 垂直ミラー、110 ... レーザ駆動手段、111 ... 水平ミラー駆動手段、112 ... 垂直ミラー駆動手段、113 ... 制御手段、114 ... 記憶手段、115 ... 映像ソース、P1, P2 ... 開口パターン

10

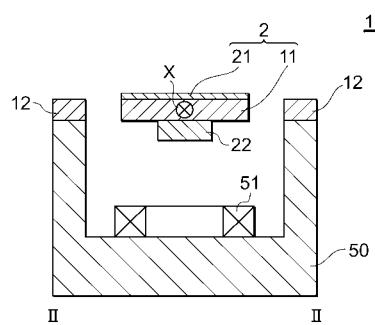
【図1】



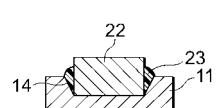
【図3】



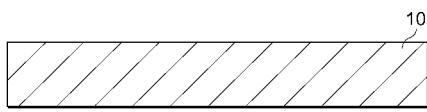
【図2】



【図4】



【図 5】



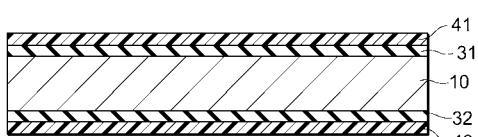
【図 6】



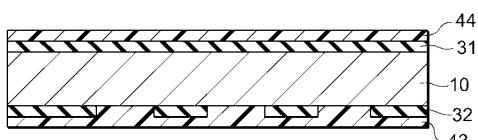
【図 7】



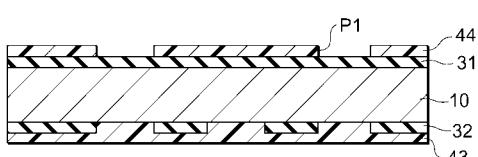
【図 8】



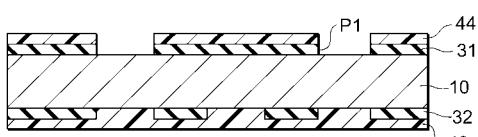
【図 13】



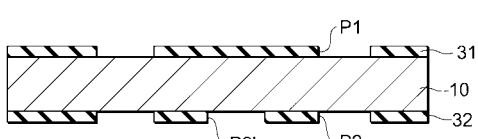
【図 14】



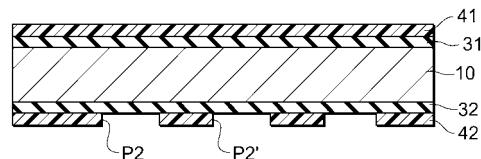
【図 15】



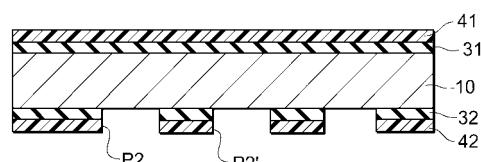
【図 16】



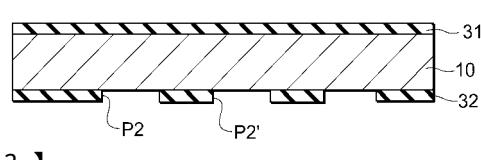
【図 9】



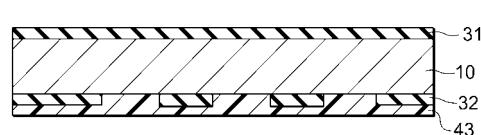
【図 10】



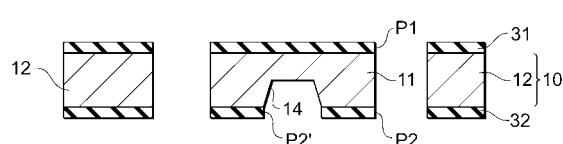
【図 11】



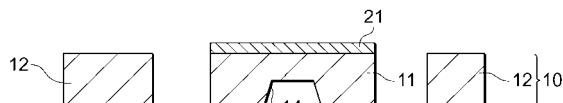
【図 12】



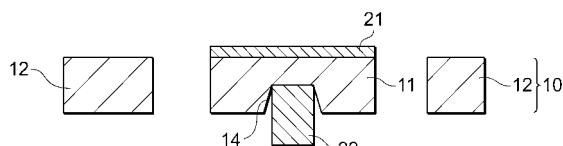
【図 17】



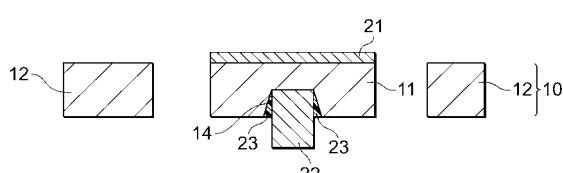
【図 18】



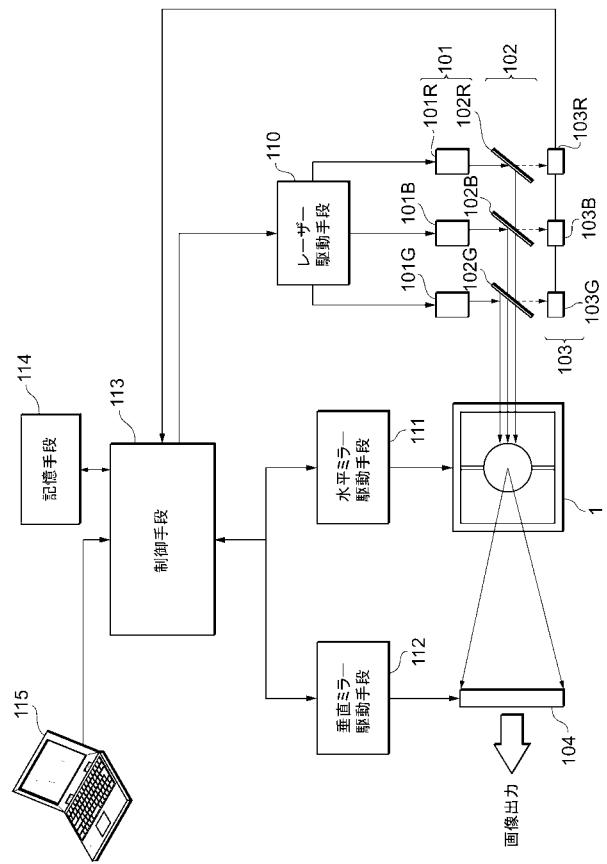
【図 19】



【図 20】



【図 2 1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H045 AB06 AB38 AB44 AB54 AB73 BA12 BA22
3C081 BA04 BA06 BA21 BA22 BA28 BA44 BA47 BA54 CA02 CA15
CA32 DA02 EA08