

(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2004-4649

(P2004-4649A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 26/08  
B81B 3/00

F I

G02B 26/08  
B81B 3/00

E

テーマコード(参考)

2H041

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-81362 (P2003-81362)  
(22) 出願日 平成15年3月24日 (2003.3.24)  
(31) 優先権主張番号 特願2002-91405 (P2002-91405)  
(32) 優先日 平成14年3月28日 (2002.3.28)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 591230295  
エヌティティエレクトロニクス株式会社  
東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号  
(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(74) 代理人 100077481  
弁理士 谷 義一  
(74) 代理人 100088915  
弁理士 阿部 和夫  
(72) 発明者 車田 克彦  
東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号 エ  
ヌティティエレクトロニクス株式会社内

最終頁に続く

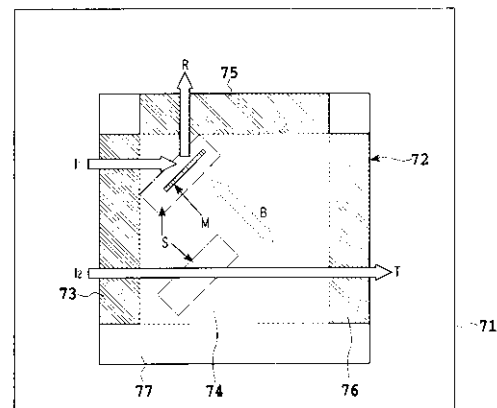
(54) 【発明の名称】 光学装置

(57) 【要約】

【課題】装置の小型化と光導波路の高密度集積化に適する光学装置(光スイッチ)を提供すること。

【解決手段】挿入板Mを、電気配線を備える板状のカンチレバーに保持し、このカンチレバーの光導波路72側の面とは反対側の面に対向して板状の磁石を配置し、この状態で電気配線に流す電流を制御し、電流と磁場との相互作用に基づくローレンツ力によりカンチレバーに変位を加えて挿入板Mを駆動させ、光導波路72に設けられたスリットSへ挿入板Mを上下動させて出し入れすることにより信号光の光路の切換もしくは光ビームの光量の調整を行なうようにした。また、この磁石を、光導波路72上への垂直方向からの投影像が光導波路72面内に収まる大きさと形状としたり、あるいは、光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が磁石により生じる磁界方向と直交しないように配置した。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板上に設けられた多角平面状の光導波路の所望の位置に少なくとも1つのスリットを備え、該スリットへ挿入板を上下動させて出し入れすることにより信号光の光路の切換もしくは光ビームの光量の調整を行なうための光学装置であって、電気配線を有し前記挿入板を保持する板状の挿入板保持手段と、該挿入板保持手段の光導波路側の面とは反対側の面に対向して配置される板状の磁石とを備え、前記電気配線に流れる電流と前記磁石により発生する磁場との相互作用に基づくローレンツ力により前記挿入板保持手段に変位を加えて前記挿入板を駆動させることを特徴とする光学装置。

10

## 【請求項 2】

前記磁石は、前記光導波路上への垂直方向からの投影像が該光導波路面内に収まる大きさと形状とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学装置。

## 【請求項 3】

前記磁石は、前記光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が該磁石により生じる磁界方向と直交しないように配置されたことを特徴とする請求項 1 に記載の光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

20

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、光学装置に関し、より詳細には、磁石の作用により反射ミラー板や光ビーム遮蔽板を駆動させて動作させる光導波路型マトリクス・スイッチや可変減衰器等の光学装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、光スイッチの構成として光導波路の途中に配置される遮蔽板を可動させて光導波路からの光ビームを遮断あるいは透過させる光スイッチが知られており、特許文献 1 および特許文献 2 にその具体的な構成が記載されている。以下においては、特許文献 1 に記載の構成を有する光スイッチを従来技術 A とし、特許文献 2 に記載の構成の光スイッチを従来技術 B とし、従来の技術を説明する。

30

## 【0003】

図 1 2 は、従来技術 A として開示された光スイッチの構成を説明するための平面図で、この光スイッチは、基板上に形成される光導波路 1 1 1 を横断する溝部 1 1 2 の内部 1 1 3 に設けられた溝方向に沿って移動可能なガラス片 1 1 5 と、ガラス片 1 1 5 の両端部に、溝部 1 1 2 と連通して内部に液体金属（水銀） 1 1 6 を保持する液体金属保持溝 1 1 7 と、液体金属保持溝 1 1 7 の内部に保持された液体金属 1 1 6 の各々に電流を流すための電極 1 1 8 A および B ならびに 1 1 9 A および B と、電流が流れる方向に対して直交する方向に磁界を印加するための図示しない磁場印加部とを備えている。

## 【0004】

40

そして、液体金属 1 1 6 に電流を流した際にこの電流が流れる方向（X 方向）に対して直交する方向（Z 方向）に磁界を印加し、液体金属 1 1 6 にローレンツ力を作用させて液体保持溝内を Y 方向に移動させ、ガラス片の一部に設けた金属鏡 1 1 4 が光導波路 1 1 1 を遮断するようにガラス片を移動させる。また、電流の向きを上記と逆にして金属鏡 1 1 4 を光導波路 1 1 1 から退避させて光導波路 1 1 1 を通ってきた入力光を透過させる。このように、液体金属 1 1 6 に流す電流の向きを制御することで、光導波路 1 1 1 内を伝播する光を遮断 / 透過させて光スイッチとするものである。この構成の光スイッチの場合には、磁界を基板の上下方向（Z 方向）に生成させるための磁石（不図示）が基板の上下に配置されることになる。

## 【0005】

50

図13は、従来技術Bとして開示された光スイッチの構成を説明するための断面の概略図で、121は導電性材料からなる変位板、122は変位板121の先端に設けられ伝播光を遮断/透過するエレメント、124は変位板121の後端側を支持する絶縁層、125はスイッチ、126は電源、128は光導波路、127は光導波路128間に設けられた間隙、123は光の導波方向に沿って光導波路128の表面に設けられた導電性材料層である。

【0006】

図13に示された構成の光スイッチでは、電圧印加によって変位板121と導電性材料層123との間に作用する静電気力によってエレメント122が基板垂直方向(紙面の上下方向)に移動して光を遮断/透過する光スイッチ動作が行なわれる。

10

【0007】

【特許文献1】

特開平05-257069号公報

【0008】

【特許文献2】

特開平02-131210号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述の従来技術Aの光スイッチの構成では、可動部分を動作させるための液体金属保持溝や電極などで構成される駆動部を光導波路内に配置するためのスペースが必要とされるために、駆動部を含む光スイッチ全体は大型化してしまう。特に、光スイッチエレメント複数個を同一の基板上にマトリクス状に配置するような場合には、上記の駆動部用スペースが光スイッチエレメントの高密度集積化の障害となるという問題がある。

20

【0010】

一方、上述の従来技術Bの光スイッチの構成では、遮蔽板の運動方向が基板と垂直であり、光導波路上方の空間から光導波路にアクセスする構造となっているために光導波路内に駆動機構を配置する必要はなく、この点では光導波路の項密度集積化に適する構成といえる。しかしながら、この構成は駆動力として静電気力を利用するものであることから駆動のために高電圧を必要とし、周辺電子回路や装置が大型化してしまい、光スイッチ装置全体の小型化には限界がある。

30

【0011】

したがって、これらの構成の各々の技術的利点であるところの「ローレンツ力駆動」と「可動部の垂直移動」とを両立可能な駆動方式とすれば、光導波路の高密度集積化と装置の小型化とが同時に実現可能となるが、かかる光スイッチ(光学装置)の構成は知られていない。

【0012】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、光の遮断/透過を操作する遮蔽板が基板の垂直方向にローレンツ力で動作する、小型化と高密度集積化に適する光学装置(光スイッチ)を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は、このような目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、基板上に設けられた多角平面状の光導波路の所望の位置に少なくとも1つのスリットを備え、該スリットへ挿入板を上下動させて出し入れすることにより信号光の光路の切換もしくは光ビームの光量の調整を行なうための光学装置であって、電気配線を有し前記挿入板を保持する板状の挿入板保持手段と、該挿入板保持手段の光導波路側の面とは反対側の面に対向して配置される板状の磁石とを備え、前記電気配線に流れる電流と前記磁石により発生する磁場との相互作用に基づくローレンツ力により前記挿入板保持手段に変位を加えて前記挿入板を駆動させることを特徴とする。

40

【0014】

50

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の光学装置において、前記磁石は、前記光導波路上への垂直方向からの投影像が該光導波路面内に収まる大きさと形状とを有することを特徴とする。

【0015】

さらに、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の光学装置において、前記磁石は、前記光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が該磁石により生じる磁界方向と直交しないように配置されることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

10

(実施例 1)

図 1 は、本発明の光学装置の第 1 の構成例を説明するための平面図で、この光学装置に備えられる光導波路 7 2 は、矩形の光導波路の支持基体 7 1 の上に設けられており、各々が異なる役割を担う 5 つの導波路領域から構成されている。

【0017】

領域 1 (7 3) は、任意の数の光ファイバとの光信号入力側接続端面を含む領域であり、領域 4 (7 6) は、領域 1 (7 3) から入力されスリット部 S 内を透過して直進してきた光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域である。また、領域 3 (7 5) は、領域 1 (7 3) から入力されスリット部 S 内で反射された光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域であり、領域 5 (7 7) は光導波路の出力用光ファイバ接

20

【0018】

続端面を含まない領域である。これらの領域に囲まれた矩形の領域 2 (7 4) には、スリット部 S が設けられており、このスリット部 S には磁場により駆動される挿入板 M の抜差しが行なわれて信号光の進路制御がなされる。従って、領域 2 (7 4) には、挿入板 M を駆動させるために必要な磁場が印加される必要がある。

【0019】

図 1 には、入力光導波路領域 1 (7 3) 内の代表的な光導波路の状態を入力光である光ビーム  $I_1$  と  $I_2$  で例示している。光ビーム  $I_1$  の場合には、挿入板 M がスリット部 S 内にあるために、入力ビーム  $I_1$  は挿入板 M で反射され、反射出力側のファイバ接続用領域 3 (7 5) に属する反射光 R を出力することとなる。一方、光ビーム  $I_2$  の場合には、スリット部 S 内に挿入板 M がない状態のために光ビーム  $I_2$  はスリット部 S 内を透過直進して出力光ファイバ接続領域である領域 4 (7 6) に透過光 T が出力される。

30

【0020】

挿入板 M を磁場と電流により駆動させる場合には、磁場 B の方向と、図 1 のように上方向からみたスリットの断面に平行な面 (あるいは挿入板のスリット内とその近傍に挿入板がつくる運動軌跡面) との成す角度が直角の場合が最も効率が高いため、磁場 B の方向が図 1 中の点線で示す矢印方向 B となるように磁石が配置される。なお、挿入板 M は図示しないカンチレバーに固定接続され、挿入板 M とカンチレバーとが連動して駆動される。この駆動は、挿入板 M ないし挿入板 M 近傍のカンチレバーに施した電気配線に流す電流を制御

40

【0021】

して行なわれる。図 2 は、本発明の光学装置に備えられる光導波路に設けられる挿入板とスリット部との関係を説明するための断面の概略図で、基板 8 1 上に積層されたクラッド層 8 2 の上に入力ファイバ側光導波路コア 8 3 a および出力ファイバ側光導波路コア 8 3 b が形成され、これらの光導波路コアの上にクラッド層 8 4 が積層されて構成された光導波路の一部に、スリット部 S が形成されている。挿入板 M は、カンチレバー 8 5 に固定されており、少なくともカンチレバー 8 5 に設けられ紙面に直角方向に一定の長さ成分を有する電気配線 8 6 に流れる電流によって駆動されてスリット部 S 内に抜差しされる。

【0022】

50

挿入板 M に作用する磁界は紙面に平行な成分をもち、この磁界成分が紙面に直角方向の成分を有する電気配線 86 の部分に作用して、電気配線 86 に電流が流れる場合にはフレミングの法則によりその流れる方向に応じて、カンチレバー 85 に上方向または下方向に駆動するローレンツ力を与える。なお、カンチレバー 85 に作用するローレンツ力が最大となる磁界方向は、挿入板 M の移動方向と直交する方向である。

#### 【0023】

図 3 は、本発明の光学装置に備えられる光導波路のスリット部と挿入板近傍の第 1 の構成例を説明するための断面図で、光導波路の支持基板 92 上に光導波路 91 が形成され、この光導波路 91 の上には、挿入板駆動機構 (MEMS: micro-electromechanical system) を収容する領域である MEMS 収容域 93 を備える MEMS 支持基板 94 と磁石 95 とが配置されている。

10

#### 【0024】

図 4 は、図 3 に示した磁石から発生している磁力線の様子を説明するための図で、理解を容易にするために、光導波路 101 側への磁力線のみを示したものである。磁力線は、磁石 102 から遠ざかるほど疎となり磁力は弱くなるから、図 9 における MEMS 収容域 93 を磁石 95 になるべく近づけるように実装して、効率的に磁石の効果を発揮させて挿入板を駆動させることが望ましい。

#### 【0025】

すなわち、本実施例の光学装置は、電気配線を有しかつ挿入板を保持する板状の挿入板保持部と、この挿入板保持部の光導波路側の面とは反対側の面に対向して配置される板状の磁石とを備えており、電気配線に流れる電流と磁石により発生する磁場との相互作用に基づくローレンツ力により挿入板保持部に変位を加えて挿入板を駆動させるように構成されている。

20

#### 【0026】

なお、図 5 は全領域を磁石の外側にまで広げた構成の光導波路を説明するための図である。

#### 【0027】

##### (実施例 2)

上述した実施例 1 の本発明の光学装置は、「ローレンツ力駆動」と「可動部の垂直移動」とを両立可能な挿入板の駆動方式とし、光導波路の高密度集積化と装置の小型化とが同時に実現可能となるという、従来構成にない大きな利点を有する一方、以下のような改良点もある。

30

#### 【0028】

第 1 に、図 3 において、光導波路 91 と入力側および出力側ファイバ 96、97 との図面内の上下方向での位置関係を決定するに際しては、先ず、光信号の入力側ファイバ 96 と出力側ファイバ 97 のファイバコア 98 の中心を光導波路 91 の端面に高精度に位置合わせされた後に機械的に固定されるが、光導波路 91 の入出力端面に接続するファイバ 96、97 のファイバコア 98 の外側に設けられているファイバクラッド層 99 の半径は、現在の標準では百数十  $\mu\text{m}$  であり、この値は、光導波路 91 を構成するコア層の厚みとクラッド層の厚みの和である数十  $\mu\text{m}$  よりも大きく、ファイバクラッド層 99 の上端は、光導波路 91 の上端よりも上方に位置することとなる。

40

#### 【0029】

このため、磁石 95 の下面を光導波路 91 の上面に近接させることの可能な距離は、ファイバクラッド層 99 の半径と光導波路 91 を構成するコア層の厚みとクラッド層の厚みの和との差分だけ制限されることとなり、磁石 95 を光導波路 91 に近接させて効率良く磁力を利用するための障害となってしまう。

#### 【0030】

第 2 に、この問題を解決するために、図 5 に示すように光導波路の全領域 (領域 1 + 2 + 3 + 4 + 5) を磁石領域 (領域 10) の外側にまで広げることとすると、光導波路が、光学装置の基本的機能を担うスリットの配置領域である領域 2 の 4 倍もの面積を占有せざる

50

を得ず、光導波路チップの面積縮小化が制限されてしまう。

【0031】

そこで、本実施例では、効率良い磁力利用を可能とし、かつ、さらなる光導波路チップの面積縮小化を可能とする本発明の光学装置について説明する。

【0032】

図6は、本実施例の光学装置の光導波路に備える磁石の形状例を説明するための光導波路の平面図で、この光導波路12は、矩形の光導波路の支持基体11の上に設けられており、各々が異なる役割を担う5つの導波路領域から構成されている。

【0033】

領域1(13)は、任意の数の光ファイバとの光信号入力側接続端面を含む領域であり、領域4(16)は、領域1(13)から入力されて直進してきた光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域である。また、領域3(15)は、領域1(13)から入力されてスリット部で反射された光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域であり、領域5(17)は光導波路の出力用光ファイバ接続端面を含まない領域である。

10

【0034】

これらの領域に囲まれた矩形の領域2(14)には、スリット部が設けられており、このスリット部には磁場により駆動される挿入板の抜差しが行なわれて信号光の進路制御がなされる。従って、領域2(14)には、挿入板を駆動させるために必要な磁場を発生させるための磁石18が設けられている。

20

【0035】

この磁石18は、矩形の4隅(a, b, c, d)を切欠いた8角形の形状を有し、光導波路12上への垂直方向からの投影像が光導波路12の領域内に収まる大きさや形状とを有している。これにより、領域2(14)全域の磁場強度が均一となるとともに、光導波路12の全体の面積も図7に示した従来の光導波路に比較して小さくすることが可能となる。

【0036】

図7は、本発明の光学装置の光導波路に備える磁石の他の形状例を説明するための光導波路の平面図で、この光導波路22は、矩形の光導波路の支持基体21の上に設けられており、各々が異なる役割を担う5つの導波路領域から構成されている。

30

【0037】

領域1(23)は、任意の数の光ファイバとの光信号入力側接続端面を含む領域であり、領域4(26)は、領域1(23)から入力されて直進してきた光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域である。また、領域3(25)は、領域1(23)から入力されてスリット部で反射された光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域であり、領域5(27)は光導波路の出力用光ファイバ接続端面を含まない領域である。

【0038】

これらの領域に囲まれた矩形の領域2(24)には、スリット部が設けられており、このスリット部には磁場により駆動される挿入板の抜差しが行なわれて信号光の進路制御がなされる。従って、領域2(24)には、挿入板を駆動させるために必要な磁場を発生させるための磁石28が設けられている。

40

【0039】

この磁石28は、光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が磁石により生じる磁界方向(この図の場合には、挿入板に直交する方向)と直交しないように配置され、その形状は、領域2(24)を覆う最小限の面積の矩形である。磁石28の形状をこのようにすることにより、領域2(24)全域の磁場強度が均一となるとともに、光導波路22の全体面積の大きな縮小効果を得ることが可能となり、図1に示した構成の光導波路に比較して約1/4にまで縮小することが可能となる。

【0040】

50

なお、図7に示した例では、磁石28の形状を、最も単純で作製が容易な矩形としたが、これに限定されるものではなく、磁界の向きが挿入板に直交し、磁石の端面がスリット部を覆う形状であれば良く、例えば菱形等であってもよい。

【0041】

図8は、本発明の光学装置が備える光導波路の構成例を説明するための平面図で、この光導波路32は、矩形の光導波路の支持基体31の上に設けられており、各々が異なる役割を担う5つの導波路領域から構成されている。

【0042】

領域1(33)は、任意の数の光ファイバとの光信号入力側接続端面を含む領域であり、領域4(36)は、領域1(33)から入力されスリット部S内を透過して直進してきた光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域である。また、領域3(35)は、領域1(33)から入力されスリット部S内で反射された光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域であり、領域5(37)は光導波路の出力用光ファイバ接続端面を含まない領域である。

10

【0043】

これらの領域に囲まれた矩形の領域2(34)には、スリット部Sが設けられており、このスリット部Sには磁場により駆動される挿入板Mの抜差しが行なわれて信号光の進路制御がなされる。従って、領域2(34)には、挿入板Mを駆動させるために必要な磁場が印加される必要がある。

【0044】

図8には、入力光導波路領域1(33)内の代表的な光導波路の状態を入力光である光ビーム $I_1$ と $I_2$ で例示している。光ビーム $I_1$ の場合には、挿入板Mがスリット部S内にあるために、入力ビーム $I_1$ は挿入板Mで反射され、反射出力側のファイバ接続用領域3(35)に属する反射光Rを出力することとなる。一方、光ビーム $I_2$ の場合には、スリット部S内に挿入板Mがない状態のために光ビーム $I_2$ はスリット部S内を透過直進して出力光ファイバ接続領域である領域4(36)に透過光Tが出力される。

20

【0045】

挿入板Mを磁場と電流により駆動させる場合には、磁場Bの方向と、図8のように上方向からみたスリットの断面に平行な面(あるいは挿入板のスリット内とその近傍に挿入板がつくる運動軌跡面)との成す角度が直角の場合が最も効率が高いため、磁場Bの方向が図8中の点線で示す矢印方向となるように磁石を配置される。なお、挿入板Mは図示しないカンチレバーに固定接続され、挿入板Mとカンチレバーとが連動して駆動される。この駆動は、挿入板Mないし挿入板M近傍のカンチレバーに施した電気配線に流す電流を制御して行なわれる。

30

【0046】

図9は、挿入板とスリット部との関係を説明するための断面の概略図で、基板41上に積層されたクラッド層42の上に入力ファイバ側光導波路コア43aおよび出力ファイバ側光導波路コア43bが形成され、これらの光導波路コアの上にクラッド層44が積層されて構成された光導波路の一部に、スリット部Sが形成されている。挿入板Mは、カンチレバー45に固定され、少なくともカンチレバー45に設けられ、紙面に直角方向に一定の長さ成分を有する電気配線46に流れる電流によって駆動されてスリット部S内に抜差しされる。

40

【0047】

挿入板Mに作用する磁界は紙面に平行な成分をもち、この磁界成分が紙面に直角方向の成分を有する電気配線46の部分に作用して、電気配線46に電流が流れる場合にはフレミングの法則によりその流れる方向に応じて、カンチレバー45に上方向または下方向に駆動するローレンツ力を与える。なお、カンチレバー45に作用するローレンツ力が最大となる磁界方向は、挿入板Mの移動方向と直交する方向である。

【0048】

ここで、カンチレバーに加わるローレンツ力は、カンチレバー上の配線に流れる電流と磁

50

場のベクトル積を配線に沿って線積分した量として与えられ、配線は閉曲線を形成しないことが重要である。例えば、後述の図10に示すように、4辺形の3辺がカンチレバーの可動部分上にあり、図10の開かれた1辺に相当する右側はカンチレバーに固定部分があり、配線はかかる固定部分から外部に引き出され、外部には磁界がないか又は著しく低くなる必要がある。

【0049】

図10は、図9において示した挿入板とカンチレバーとを下側から眺めた場合の平面図である。図10(a)は、挿入板51aがカンチレバー52aの伸長方向と直角に取り付けられている場合の平面図である。この場合には、磁場の方向が、紙面内において、かつ、カンチレバーの長手方向に平行な場合に、線積分としてのローレンツ力が最大となる。また、図10(b)は、挿入板51bがカンチレバー52bの長手方向に平行に取り付けられている場合の平面図である。

10

【0050】

挿入板51a、51bは、このようなバイメタルを構成する片持ち梁の自由端側が予め反り返りの状態にあるカンチレバー52a、52bの自由端先端部分に固定支持される。カンチレバー52a、52bに設けられた電気配線53a、53bに流れる電流により生じるローレンツ力の作用によってカンチレバーの反りの量が増減する結果として、挿入板が運動する。

【0051】

図11は、本発明の光学装置である光導波路のスリット部と挿入板近傍の構成例を説明するための断面図で、光導波路の支持基板62上に光導波路61が形成され、この光導波路61の上には、挿入板駆動機構(MEMS)を収容する領域であるMEMS収容域63を備えるMEMS支持基板64と磁石65とが配置されている。

20

【0052】

磁石65は、光導波路61上への垂直方向からの投影像が光導波路61の面内に収まる大きさと形状とを有し、その素材として好適にはNd-Fe-B系の組成を持つ磁石が用いられるが、これに限定されるものではない。

【0053】

なお、光導波路61とファイバクラッド層69とを有する入力側および出力側ファイバ66、67との図面内の上下方向での位置関係を決定するに際しては、先ず、光信号の入力側ファイバ66と出力側ファイバ67のファイバコア68の中心を光導波路61の端面に高精度に位置合わせされた後に機械的に固定されて光学素子とされる。

30

【0054】

また、図11には、支持基板67とファイバとを直接的に接合した構成が描かれているが、このような構成に限らず、接続端面を補強する目的で導波路端面に設けた補強板などからなるジョイントを介して支持基板67とファイバとを接続した構成としてもよい。

【0055】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の光学装置(光スイッチ)は、挿入板を電気配線を備える板状のカンチレバーに保持し、このカンチレバーの光導波路側の面とは反対側の面に対向して板状の磁石を配置し、この状態で電気配線に流す電流を制御し、電流と磁場との相互作用に基づくローレンツ力によりカンチレバーに変位を加えて挿入板を駆動させ、光導波路に設けられたスリットへ挿入板を上下動させて出し入れすることにより信号光の光路の切換もしくは光ビームの光量の調整を行なうように構成される。また、この磁石を、光導波路上への垂直方向からの投影像が光導波路面内に収まる大きさと形状としたり、あるいは、光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が磁石により生じる磁界方向と直交しないように配置される。

40

【0056】

このような構成とすることにより、光の遮断/透過を操作する遮蔽板が基板の垂直方向にローレンツ力で動作する、小型化と高密度集積化に適する光学装置(光スイッチ)を提供

50



することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の光学装置に備えられる光導波路の第 1 の構成例を説明するための平面図である。

【図 2】本発明の光学装置に備えられる光導波路に設けられる挿入板とスリット部との関係を説明するための断面の概略図である。

【図 3】本発明の光学装置に備えられる光導波路のスリット部と挿入板近傍の第 1 の構成例を説明するための断面図である。

【図 4】図 3 に示した磁石から発生している磁力線の様子を説明するための図である。

【図 5】全領域を磁石の外側にまで広げた構成の光導波路を説明するための図である。

【図 6】本発明の光学装置である光導波路に備える磁石の形状例を説明するための光導波路の平面図である。

【図 7】本発明の光学装置である光導波路に備える磁石の他の形状例を説明するための光導波路の平面図である。

【図 8】本発明の光学装置である光導波路の構成例を説明するための平面図である。

【図 9】本発明の光学装置である光導波路に備える挿入板とスリット部との関係を説明するための断面の概略図である。

【図 10】図 9 において示した挿入板とカンチレバーとを下側から眺めた場合の平面図である。

【図 11】本発明の光学装置である光導波路のスリット部と挿入板近傍の構成例を説明するための断面図である。

【図 12】従来技術 A として開示された光スイッチの構成を説明するための平面図である。

【図 13】従来技術 B として開示された光スイッチの構成を説明するための断面の概略図である。

【符号の説明】

1 1、2 1、3 1、7 1 支持基体

1 2、2 2、3 2、6 1、7 2、1 0 1 光導波路

1 3、2 3、3 3、7 3 領域 1

1 4、2 4、3 4、7 4 領域 2

1 5、2 5、3 5、7 5 領域 3

1 6、2 6、3 6、7 6 領域 4

1 7、2 7、3 7、7 7 領域 5

1 8、2 8、6 5、1 0 2 磁石

4 1、6 2 基板

4 2、4 4 クラッド層

4 3 a 入力ファイバ側光導波路コア

4 3 b 出力ファイバ側光導波路コア

4 5、5 2 カンチレバー

4 6、5 3 電気配線

5 1 挿入板

6 3 MEMS 収容域

6 4 MEMS 支持基板

6 6 入力側ファイバ

6 7 出力側ファイバ

6 8 ファイバコア

6 9 ファイバクラッド層

1 1 1 光導波路

1 1 2 溝部

1 1 3 溝部の内部

10

20

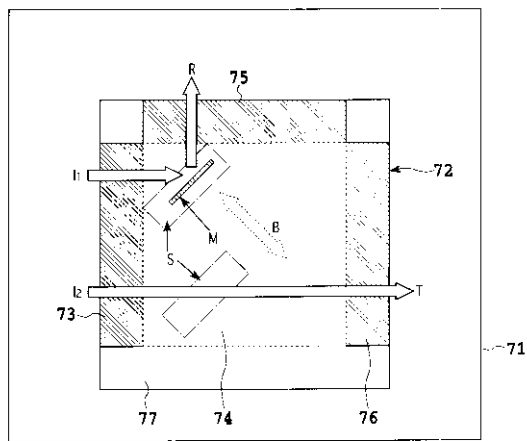
30

40

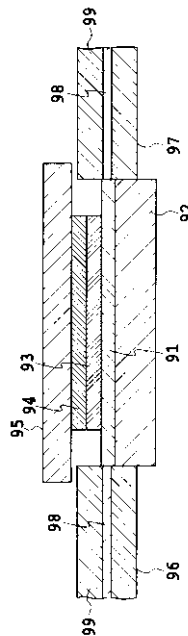
50

- 1 1 4 金属鏡
- 1 1 5 ガラス片
- 1 1 6 液体金属
- 1 1 7 液体金属保持溝
- 1 1 8 A、1 1 8 B、1 1 9 A、1 1 9 B 電極
- 1 2 1 変位板
- 1 2 2 エレメント
- 1 2 3 導電性材料層
- 1 2 4 絶縁層
- 1 2 5 スイッチ
- 1 2 6 電源
- 1 2 7 間隙
- 1 2 8 光導波路

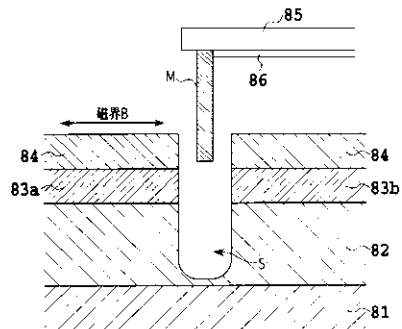
【 図 1 】



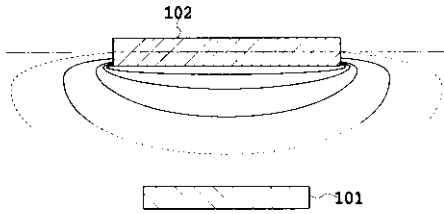
【 図 3 】



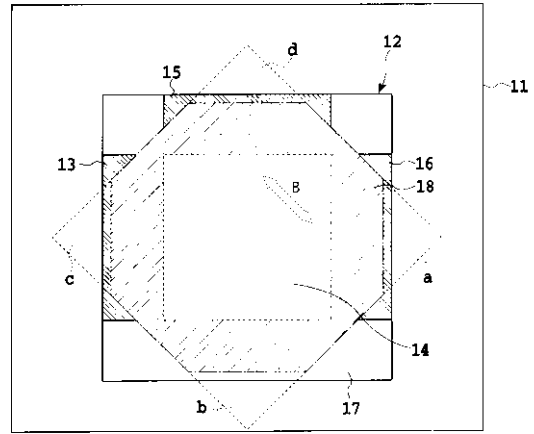
【 図 2 】



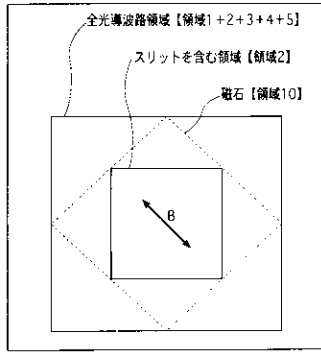
【 図 4 】



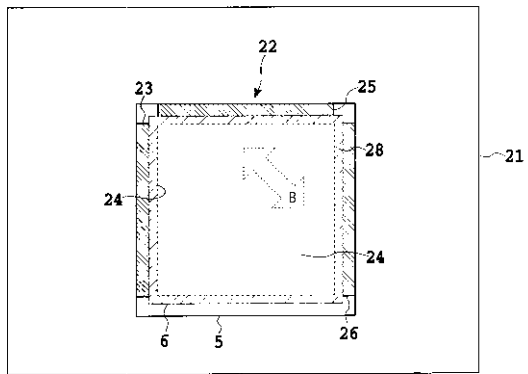
【 図 6 】



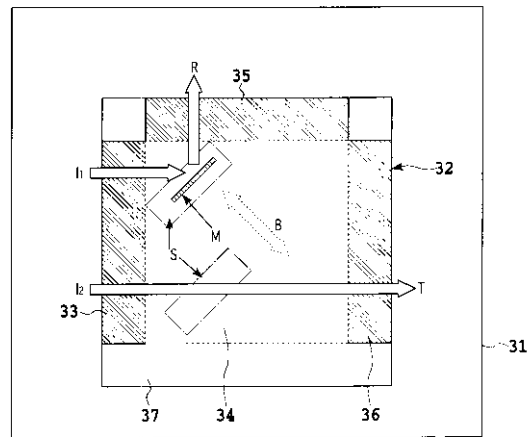
【 図 5 】



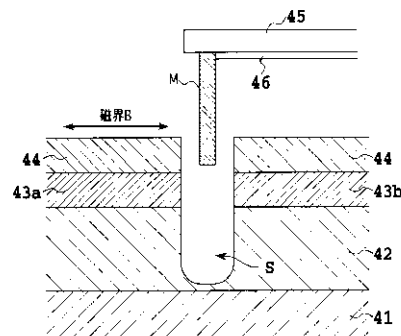
【 図 7 】



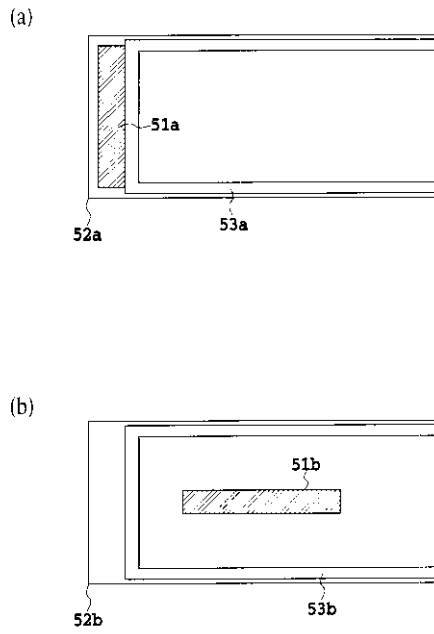
【 図 8 】



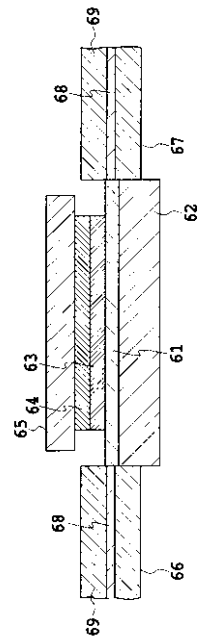
【 図 9 】



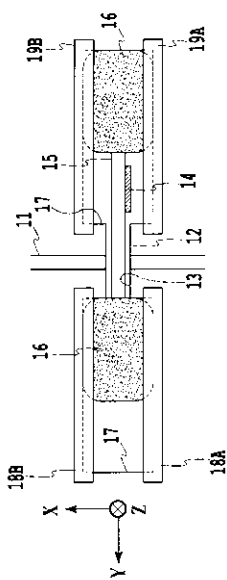
【 図 1 0 】



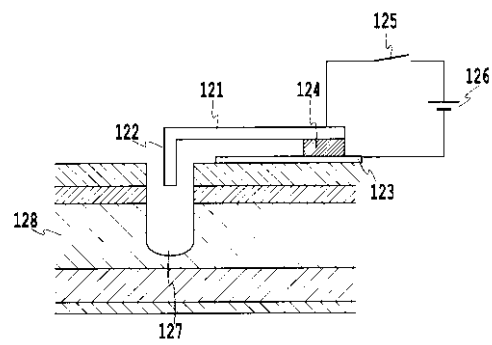
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 玉村 敏昭  
東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 金谷 正敏  
東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 佐藤 誠  
東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 鈴木 美彦  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- Fターム(参考) 2H041 AA14 AB00 AC05 AZ08