

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3768901号  
(P3768901)

(45) 発行日 平成18年4月19日(2006.4.19)

(24) 登録日 平成18年2月10日(2006.2.10)

(51) Int.CI.

F 1

G 02 B 6/13 (2006.01)

G 02 B 6/12

M

請求項の数 3 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2002-54375 (P2002-54375)  
 (22) 出願日 平成14年2月28日 (2002.2.28)  
 (65) 公開番号 特開2003-255166 (P2003-255166A)  
 (43) 公開日 平成15年9月10日 (2003.9.10)  
 審査請求日 平成16年9月22日 (2004.9.22)

(73) 特許権者 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100092794  
 弁理士 松田 正道  
 (72) 発明者 石田 眞  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 是永 繼博  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 審査官 吉田 英一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】立体光導波路の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光導波路あるいはレンズの少なくとも一つが プレス成型された第1の成型ガラス基板と  
第2の成型ガラス基板を含む複数の平板型光基板が積層されて構成された立体光導波路を  
製造する方法であって、前記第1の成型ガラス基板と前記第2の成型ガラス基板のそれぞ  
れに、光導波路とレンズの少なくとも一つとマーカを同時に プレス成型する工程と、前記  
第1の成型ガラス基版と前記第2の成型ガラス基板を前記マーカを利用して位置決めする  
ことにより積層する工程と、を含む 立体光導波路の製造方法。

## 【請求項 2】

前記マーカは凹または凸形状であって、前記第1の成型ガラス基板と前記第2の成型ガラス基板を積層する前に、光を前記マーカに照射させて、光を前記マーカに反射または透過させることによって前記第1の成型ガラス基板と前記第2の成型ガラス基板を位置決めする、請求項1に記載の立体光導波路の製造方法。

10

## 【請求項 3】

前記マーカの底面が斜め、散乱面、またはレンズ面に成型されている、請求項2に記載の立体光導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、光デバイスを高機能化するための、立体光導波路の製造方法に関する。

20

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、立体光導波路を形成する場合、例えば導波路内を進行してきた光を導波路に対して垂直に出力するためには、図26に示すように、波長多重(WDM)フィルタなどの平板フィルタ1006を、平板型導波路1001に斜めに形成した溝1002に挿入して、上記平板フィルタ1006から反射または透過された光を空間的に配置された受光素子1008、レンズ系、別の平板型光導波路などに方向付けることにより立体光導波路を形成していた。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

10

しかし、このような立体光導波路では、それぞれの導波路、レンズ系における空間的な調整が非常に困難であった。例えば、平板型光導波路内に平板型の波長多重フィルタを挿入する場合、波長多重フィルタを支持するための溝の作製は非常に精密に行う必要があり、また、その溝に波長多重フィルタを挿入した後も、さらに精密な波長多重フィルタの微細な位置決めのための調整作業が必要となる。

## 【0004】

従って、このような立体光導波路にさらにアイソレータ等の光デバイスを挿入して高機能化を図ろうとすると、調整箇所が増えるためにコスト高となっていた。

## 【0005】

本発明は、上記の課題を鑑み、複雑な調整が必要とされず、低コストな立体光導波路の製造方法を提供することを目的とする。

20

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

第1の本発明(請求項1に対応)は、光導波路あるいはレンズの少なくとも一つがプレス成型された第1の成型ガラス基板と第2の成型ガラス基板を含む複数の平板型光基板が積層されて構成された立体光導波路を製造する方法であって、前記第1の成型ガラス基板と前記第2の成型ガラス基板のそれぞれに、光導波路とレンズの少なくとも一つとマーカを同時にプレス成型する工程と、前記第1の成型ガラス基板と前記第2の成型ガラス基板を前記マーカを利用して位置決めすることにより積層する工程と、を含む立体光導波路の製造方法である。

30

## 【0012】

第2の本発明(請求項2に対応)は、前記マーカは凹または凸形状であって、前記第1の成型ガラス基板と前記第2の成型ガラス基板を積層する前に、光を前記マーカに照射させて、光を前記マーカに反射または透過させることによって前記第1の成型ガラス基板と前記第2の成型ガラス基板を位置決めする、第1の本発明の立体光導波路の製造方法である。

## 【0013】

第3の本発明(請求項3に対応)は、前記マーカの底面が斜め、散乱面、またはレンズ面に成型されている、第2の本発明の立体光導波路の製造方法である。

## 【0019】

40

## 【発明の実施の形態】

## (実施の形態1)

図1に本発明の実施の形態1の立体光導波路の断面構成を示す。

## 【0020】

本発明の平板型導波路を有する平板型光基板としての導波路基板1は、成型ガラスで成型され、その上面に本発明の平板型光導波路である導波路2が成型されている。導波路2の端部には、ミラーなどにより作製された本発明の反射面である反射面13が成型されている。そして、導波路基板1の上面には、本発明のレンズ層を有した平板型光基板であるレンズ基板3が積層されている。レンズ基板3には、レンズ4が一体的に成型ガラスで成型されている(以下のレンズ基板も同様)。

50

**【 0 0 2 1 】**

レンズ基板3の上部には、偏向子5、ファラデー回転子6、および偏向子7がこの順に積層され、本発明のアイソレータ層を有した平板型光基板であるアイソレータ基板8が成型されている。そして、アイソレータ基板8の上面には、成型ガラスでレンズ9が一体的に成型された本発明のレンズ層を有する平板型光基板であるレンズ基板10が積層されている。レンズ基板10の上部には、本発明の平板型光導波路である導波路基板11が積層されている。導波路基板11もまた、成型ガラスで成型されている。

**【 0 0 2 2 】**

そして、導波路基板11には、本発明の平板型光導波路である導波路12がその下部に成型されている。そして、導波路12の端部には、ミラーなどにより成型された本発明の反射面である反射面14が成型されている。反射面13、レンズ4、レンズ9、反射面14は、上下方向で整列するように位置合わせがされて配置されている。その位置合わせの方法については後述する。また、反射面13は、水平方向からの光を垂直方向に進行させるように角度付け(45°傾斜)がされている。また反射面14は、垂直方向からの光を水平方向に進行させるように角度付け(45°傾斜)がされている。また、各基板は、それぞれ紫外線硬化性接着剤などにより接着されている。

**【 0 0 2 3 】**

なお、ここで上下方向、水平(左右)方向は、図1の上下方向、水平(左右)方向と一致するとして説明している(以下の説明でも同様)。

**【 0 0 2 4 】**

このような立体光導波路を製造するときには、上述のように反射面13を有する導波路基板1とレンズ4を有するレンズ基板3と、レンズ基板3とレンズ9を有するレンズ基板10と、およびレンズ基板10と反射面14を有する導波路基板11とをそれぞれ正確に位置合わせする必要がある。図11~12は、このような位置合わせの方法を説明する図である。

**【 0 0 2 5 】**

まず、図11(a)に示すような凹型のマーカ101を成型ガラスにプレス加工することにより各基板(導波路基板1、レンズ基板3、レンズ基板10、導波路基板11)と一体的に成型する。図11(a)に示すように、このマーカ101は、45°に角度付けされた底面102を有している。

**【 0 0 2 6 】**

次に、図12(a)、(b)、(c)を参照しながら、導波路基板1とレンズ基板3とを例にして、これらの基板を位置合わせをする工程について説明する。

**【 0 0 2 7 】**

上記のように角度付けされた底面102は、各基板の長手方向に対して同じ向きに成型されている。また各基板に成型されたマーカ101どうしの水平位置は、各基板の長手方向(以下X方向という)、その基板の面内でX方向に直交する方向(以下Y方向という)、各基板が積層される方向(上下方向、すなわちX方向、およびY方向に直交する方向、以下Z方向という)に所定の間隔が設けられて決定される。例えば、図12に示すように、導波路基板1に成型されるマーカ101と、レンズ基板3に成型されるマーカ101とは各基板のY方向においては同位置で、X方向においては所定の間隔aが、Z方向には所定の間隔cが設けられて各基板が積層される。

**【 0 0 2 8 】**

図12(a)に示すように、導波路基板1を下方に設置し、レンズ基板3を導波路基板1の上方に紫外線硬化性接着剤を介して設置する。そして、平行光線を放射する光源105を導波路基板1の下方に設置し、レンズ基板3の上方、および積層された基板の側方にCCDカメラ等の受光装置106を設置する。次に、光源105から平行光線を照射すると、マーカ101が存在する部分においては、その底面102において、照射された平行光線の一部が反射され、積層された基板の側部に設置された受光装置106に到達する。そして、マーカ101が無い部分は、照射された平行光線が全部透過してレンズ基板3の上

10

20

30

40

50

方に設置された受光装置 106 に到達する。

**【0029】**

図 12 (b) は、このようにしてレンズ基板 3 の上方に設置された受光装置 106 から得られた像を示す。ここで、像 108 は、導波路基板 1 に成型されたマーカ 101 に対応し、像 107 は、レンズ基板 3 に成型されたマーカ 101 に対応し、それぞれ周囲部分よりも暗い部分として受光装置 106 に映し出される。そして、像 107 と像 108 の Y 方向位置が一致し、像 107 と像 108 との X 方向への間隔が所定の間隔 a になるように、導波路基板 1 とレンズ基板 3 とを水平方向に移動させることによって調整する。

**【0030】**

図 12 (c) は、上記のようにして積層された基板の側方に設置された受光装置 106 から得られた像を示す。ここで像 116 は、レンズ基板 3 に成型されたマーカ 101 に対応し、像 117 は、導波路基板 1 に成型されたマーカ 101 に対応し、それぞれ周囲部分よりも明るい部分として受光装置 106 に映し出される。そして、像 116 と像 117 との間隔が所定の間隔 c になるように、導波路基板 1 とレンズ基板 3 とを Z 方向に移動させることによって調整する。そして、所定の位置に合わされたとき、導波路基板 1 とレンズ基板 3 とに紫外線を照射し、導波路基板 1 とレンズ基板 3 との間に充填された紫外線硬化性接着剤を硬化させて両者を接着する。

**【0031】**

同様にして、レンズ基板 3 とレンズ基板 10 と、およびレンズ基板 10 と導波路基板 11 とを、位置合わせする。このとき、レンズ基板 3 とレンズ基板 10 との位置合わせは、レンズ基板 3 とレンズ基板 10 との間にアイソレータ基板 8 を挟んだ状態で、上記と同様の操作により、これらの位置決めを行う。

**【0032】**

このとき、上記の所定の間隔 a は、各基板において異なってもよいが、各基板が積層されたときに、反射面 13、レンズ 4、レンズ 9、反射面 9 が上下方向に整列するよう決定される。

**【0033】**

次に、このような立体光導波路を使用するときの動作について説明する。

**【0034】**

導波路基板 1 に導入された光は、導波路 2 の内部を進行し、反射面 13 により上方に反射されて、レンズ 4 に入射される。そして、レンズ 4 を出た光は、アイソレータ基板 8、レンズ 9 を通過して、反射面 14 で水平方向に反射され、導波路 12 内を進行する。

**【0035】**

このようにすれば、複雑な調整が必要とされず、低コストで精度のよい立体光導波路を提供することができる。

**【0036】**

なお、上記の説明において、各基板に成型されたマーカ 101 どうしの水平位置 (X 方向、および Y 方向) は、Y 方向においては同位置で、X 方向において所定の間隔 a が設けられて各基板が位置決めされるとして説明したが、Y 方向において所定の間隔 b が設けられて位置決めされてもよい。

**【0037】**

また、本実施の形態 1 においては、アイソレータ基板 8 と導波路基板 11 との間にレンズ基板 10 が存在するとして説明したが、図 2 に示すように、反射面 13 から反射された光をレンズ 24 のみで反射面 14 に集光されることができれば、レンズ基板 10 は無くてもよく、その場合でも上記と同様の効果を得ることができる。

**【0038】**

また、本実施の形態において、導波路基板 1 とレンズ基板 3 との位置合わせをする際に、光源 105 を導波路基板 1 の下方に設置するとして説明したが、図 13 (a) に示すように、光源 105 を導波路基板 1 およびレンズ基板 3 の側方に設置してもよい。その際には、光源 105 から照射された平行光は、マーカ 101 の底面 102 に当たらない部分にお

10

20

30

40

50

いては、そのまま導波路基板1およびレンズ基板3の反対側の側方へ通過して、導波路基板1およびレンズ基板3の側方に設置された受光装置106に至り、マーカ101の底面102に当たる部分においては、平行光の一部が上方に反射され、レンズ基板3の上方に設置された受光装置106に至る。

#### 【0039】

その結果、レンズ基板3の上方に設置された受光装置106において得られる像は、図13(b)に示すように、レンズ基板3のマーカ101に対応して像109が、導波路基板1のマーカ101に対応して像110が、それぞれ周囲部分よりも明るい部分として受光装置106に映し出される。このように光源105を導波路基板1とレンズ基板3の側方に配置しても、上記と同様に像109と像110との間の距離aを調整することにより、導波路基板1とレンズ基板3とを水平方向において所定の位置に位置決めすることができる。10

#### 【0040】

図13(c)は、上記のように導波路基板1およびレンズ基板3の側方に設置された受光装置106から得られた像を示す。ここで像118は、レンズ基板3に成型されたマーカ101に対応し、像119は、導波路基板1に成型されたマーカ101に対応し、それぞれ周囲部分よりも暗い部分として受光装置106に映し出される。そして、像118と像119との間隔が所定の間隔cになるように、導波路基板1とレンズ基板3とをZ方向に移動させることによって調整する。

そして、所定の位置に合わされたとき、上記と同様にして導波路基板1とレンズ基板3とを接着する。20

#### 【0041】

また、以上までの説明において、各基板の位置決めは、凹型のマーカ101を使用して行うとして説明してきたが、凸型のマーカ103を使用して位置決めをしてもよい。ここで図11(d)は、凸型のマーカ103の底面104が45°に角度付けされている場合を示し、図11(e)は、凸型のマーカ103の底面104が散乱面を有する場合を示し、図11(f)は、凸型のマーカ103の底面104がレンズ形状の場合を示す。

#### 【0042】

これらの凸型のマーカ103を使用する場合は、各基板間の間隔はスペーサー(図示せず)で固定しておくか、上記のように接着剤を充填させておいて、光源105を導波路基板1の下方または側方に配置して、上記凹型のマーカ101における場合と同様にして各基板の水平位置、および上下位置を調整することができる。30

#### 【0043】

また、以上までの説明では、マーカ101、103の底面は45°に角度付けされているとしたが、他の角度で角度付けされていてもよい。その場合は、基板に対して斜め上方または下方に受光装置106を配置し、光源105から平行光を照射すれば、同様に受光装置106に映された像を観測することによって、各基板間の間隔を調整することができる。

#### 【0044】

また、以上までの説明では、底面が斜めに成型されたマーカ101、103を使用して各基板の水平方向および上下方向の位置決めを行うとして説明したが、他の形状の底面102を有したマーカ101を使用することも考えられる。40

#### 【0045】

また、図14(a)、図15(a)は、底面102にレンズ形状を有したマーカ101を使用した場合の各構成要素の配置例を示す。図14(a)に示すように、光源111は、拡散光源であり、導波路基板1から下方に所定の距離が空けられて配置されている。受光装置106は、レンズ基板3の上方に設置されている。そして、導波路基板1に下方から見て凹型のレンズ形状である底面102を有する凹型のマーカ101が設置され、レンズ基板3に、下方から見て凸型のレンズ形状である底面102を有する凹型のマーカ101が設置されている。ここで導波路基板1に成型された底面102の凹型のレンズは、導波

路基板 1 から所定の間隔を空けられた光源 1 1 1 から照射された拡散光を平行光に屈折させる、レンズ形状と屈折率を有する。

#### 【 0 0 4 6 】

そして、レンズ基板 3 に成型された底面 1 0 2 の凸型のレンズとしてのレンズ形状と屈折率は、レンズ基板 3 の底面 1 0 2 に入射した平行光をレンズ基板 3 の上方に設置された受光装置 1 0 6 に集光させる、レンズ形状と屈折率である。また、各基板におけるマーカ 1 0 1 は、X 位置、Y 位置とも同一位置、または所定の位置に配置されている。このような配置において、光源 1 1 1 から光を照射すると、光は、導波路基板 1 におけるマーカ 1 0 1 、およびレンズ基板 3 におけるマーカ 1 0 1 を通過して受光装置 1 0 6 に集光される。このときの受光装置 1 0 6 で得られる像を図 1 4 ( b ) に示す。すなわち、受光装置 1 0 6 においては、マーカ 1 0 1 自体の像である像 1 1 2 と、像 1 1 2 の内側にレンズ形状を有する底面 1 0 2 により集光された像 1 1 3 とが形成される。このように、像 1 1 2 の内側に像 1 1 3 が形成されるように導波路基板 1 またはレンズ基板 3 を水平方向に調整することにより、導波路基板 1 とレンズ基板 3 との水平方向の位置決めを行うことができる。10

#### 【 0 0 4 7 】

そして、受光装置 1 0 6 における像 1 1 3 の外径が所定の寸法になるように（すなわち、光源 1 1 1 から照射された光が受光装置 1 0 6 において最もよく集光されるように）導波路基板 1 とレンズ基板 3 との間隔を調整することにより、導波路基板 1 とレンズ基板 3 との間隔を調整（上下方向の位置決め）することができる。なお、図 1 4 ( b ) においては、像 1 1 2 および像 1 1 3 がそれぞれ、二つ並んで示されているが、これは各基板にそれぞれ同じタイプのマーカ 1 0 1 を並べて配置した場合の像を示しており、このマーカ 1 0 1 は一つずつ配置されていてもよい。20

#### 【 0 0 4 8 】

また、図 1 5 ( a ) は、図 1 4 ( a ) の構成の変形例を示し、この場合は、導波路基板 1 に成型されるマーカ 1 0 1 の底面 1 0 2 は、下方から見て凸型のレンズ形状で成型されている。そして、導波路基板 1 に成型された底面 1 0 2 、およびレンズ基板 3 に成型された底面 1 0 2 の、凸型レンズとしてのレンズ形状と屈折率は、光源 1 1 1 から照射された光が、導波路基板 1 の底面 1 0 2 とレンズ基板 3 の底面 1 0 2 を通過して、レンズ基板 3 の上方に設置された受光装置 1 0 6 に集光される、レンズ形状と屈折率である。そして、受光装置 1 0 6 には、図 1 5 ( b ) のように同様に像 1 1 4 、1 1 5 が形成され、上記と同様にして導波路基板 1 とレンズ基板 3 との水平方向、および上下方向の位置決めを行うことができる。30

#### 【 0 0 4 9 】

なお、図 1 4 、1 5 においては、凹型のマーカ 1 0 1 を使用した例で説明したが、図 1 1 ( f ) に示すように凸型のマーカ 1 0 1 が使用された構成でも上記と同様である。

#### 【 0 0 5 0 】

また、図 1 6 は、マーカ 1 0 1 の底面 1 0 2 が散乱面（図 1 1 ( b ) ）である場合を示す。この場合においては、図 1 6 ( a ) に示すように受光装置 1 0 6 を光源 1 0 5 に近接させて、導波路基板 1 の下方に配置する。このような配置において光源 1 0 5 から平行光を照射すると、マーカ 1 0 1 の底面 1 0 2 における散乱面において、光が散乱され、散乱された光の一部が導波路基板 1 の下方に設置された受光装置 1 0 6 に至る。図 1 6 ( b ) は、受光装置 1 0 6 において受光された像を示す。ここで像 1 2 0 は、レンズ基板 3 に成型されたマーカ 1 0 1 に対応し、像 1 2 1 は、導波路基板 1 に成型されたマーカ 1 0 1 に対応する。像 1 2 0 と像 1 2 1 との距離が所定の間隔 a になるよう調整することにより、各基板を水平方向に位置決めすることができる。40

#### 【 0 0 5 1 】

また、図 1 7 は、マーカ 1 0 1 の底面 1 0 2 の形状が斜めに成型された散乱面である場合を示す。この場合においては、図 1 7 ( a ) に示すように、受光装置 1 0 6 を導波路基板 1 の下方、導波路基板 1 とレンズ基板 3 の側方、またはレンズ基板 3 の上方に設置することができる。このような配置において、導波路基板 1 の下方に設置された光源 1 0 5 から50

光を照射し、各基板の水平位置、または上下位置を調整することができる。

#### 【0052】

例えば、受光装置106をレンズ基板3の上方、および導波路基板1とレンズ基板3の側方に配置することにより、図12に示す場合と同様に各基板の水平方向と上下方向を同時に位置決めすることができる。また、受光装置106を導波路基板1の下方、および導波路基板1とレンズ基板3の側方に配置することにより、同様に各基板の水平方向と上下方向を同時に位置決めすることができる。図17(b)はレンズ基板3の上方にある受光装置106に映る像を示し、像122はレンズ基板3に成型されたマーク101に対応し、像123は導波路基板1に成型されたマーク101に対応する。図17(c)は、レンズ基板3と導波路基板1の側方に配置された受光装置106に映る像を示し、像124は、レンズ基板3に成型されたマーク101に対応し、像125は、導波路基板1に成型されたマーク101に対応する。図17(d)は、導波路基板1の下方に設置された受光装置106に映る像を示し、像126は、レンズ基板3に成型されたマーク101に対応し、像127は、導波路基板1に成型されたマーク101に対応する。  
10

#### 【0053】

このように、マーク101の底面が斜めに成型された散乱面である場合には、基板に対して受光装置106を三方向に配置することができるため、位置決め方法に融通性がある。例えば、後述するように光が透過しない基板を積層する場合も位置決め可能である。また、三方に置かれた受光装置106を同時に観測しながら調整すればより正確に位置決めすることもできる。  
20

#### 【0054】

また、マーク101の底面102が斜めに成型されたレンズ面であることも考えられる。その場合は、図18(a)、(b)に示すように、受光装置106を光源105の光軸からずらして配置すればよい。

#### 【0055】

また、マーク101の底面102が散乱面を有するレンズ面であることも考えられる。

#### 【0056】

また、上記の説明では各基板に成型されたマーク101は同種のものが組み合されるとしたが、異種のマーク101が組み合わされて位置決めされてもよい。例えば、一方の基板にその底面102が斜めに成型されたマーク101が成型され、もう一方の基板には底面102が散乱面を有したマーク101が成型されて、位置決めされてもよい。また、一方の基板にその底面102が斜めに成型されたマーク101が成型され、もう一方の基板には底面102がレンズ面を有したマーク101が成型されて、位置決めされてもよい。また、一方の基板にその底面102が散乱面に成型されたマーク101が成型され、もう一方の基板には底面102がレンズ面を有したマーク101が成型されて、位置決めされてもよい。なお、レンズ面を有したマーク101と組み合わせる場合は、光源105から照射される光は、厳密に平行光でなくてもよい。  
30

#### 【0057】

また、上記説明では、各基板の位置決め方法は、導波路基板1とレンズ基板3との位置決めをする場合として説明したが、これら以外の基板（すなわち本発明の平板型光基板）どうしを位置決めする場合としても同様に適用できる。  
40

#### 【0058】

また、上記説明では、基板の下方から光を照射して位置決めを行うとして説明したが、基板の上方から光を照射することも考えられる。例えば図1に示すように導波路基板1、レンズ基板2、アイソレータ基板8、およびレンズ基板10が積層されている状態で、レンズ基板10の上にさらに導波路基板12を積層して、レンズ基板10と導波路基板11との位置決めを行う場合、導波路基板11の上方に光源105、および受光装置106を配置し、レンズ基板10および導波路基板11の側方に受光装置106を配置する。このとき、マーク101は、底面102が斜めに成型され散乱面を有しているものを使用する。そして、導波路基板11の上方から光を照射すると、マーク101が存在しない部分は、  
50

アイソレータ基板において、光が反射され、マーク101が存在する部分においては、光は側方に反射される。従って、導波路基板11の上方に配置された受光装置106には、図12(b)と同様の像が投影される。また、導波路基板11の側方に配置された受光装置106には、図12(c)と同様の像が投影される。このようにすると、基板の上方から光を照射して、基板の水平方向、および上下方向の位置決めを同時にすることができます。

#### 【0059】

(実施の形態2)

次に本発明の実施の形態2について、図3を参照しながら説明する。

#### 【0060】

図3に示す立体光導波路において、導波路基板31は、二つの導波路22、32を有する。ここで、導波路32は、図3において紙面の奥側に導波路22に平行して配置される。そして、導波路22は、その端部に反射面313を有し、導波路32は、その端部に反射面333を有する。また、レンズ基板33は、反射面313に対応するレンズ34と、反射面333に対応するレンズ304とを有している。

#### 【0061】

そして、アイソレータ8の上部には、レンズ34に対応するレンズ29を有するレンズ基板30が積層され、レンズ基板30の上部には、導波路312と導波路312の端部に設置されレンズ29に対応する反射面314を有する導波路基板31が積層され、導波路基板31の上部には、レンズ304と対応するレンズ209を有するレンズ基板300が積層され、レンズ基板300の上部には、導波路302と導波路302の端部に設置されレンズ209に対応する反射面324を有する導波路基板301が積層されている。

#### 【0062】

ここで、反射面313、333は、実施の形態1における反射面13と同様に45°に角度付けされ、反射面314、324も、実施の形態1における反射面14と同様に45°に角度付けされている。そして、実施の形態1と同様に反射面313と、レンズ34と、レンズ29と、反射面314と、および反射面333と、レンズ304と、レンズ209と、反射面324とは、それぞれ上下方向に整列されている。

#### 【0063】

ここで、導波路基板31とレンズ基板33と、レンズ基板33とレンズ基板30と、レンズ基板30と導波路基板31と、導波路基板31とレンズ基板300と、レンズ基板300と導波路基板301と、が実施の形態1と同様にして位置決めが行われる(以下の実施の形態においても同様)。

#### 【0064】

このように立体光導波路を構成することにより、導波路基板31の導波路22、32に導入されたそれぞれの光は、実施の形態1と同様の作用により、それぞれ導波路312、302へ導かれる。このように、本発明の平板型光基板を積層し、立体的に二つの導波路を成型することにより、複雑な調整を必要とせず、低コストで高機能な立体光導波路を提供することができる。

#### 【0065】

なお、本実施の形態2においては、アイソレータ基板8と導波路基板31との間にレンズ基板30が存在するとして、また、導波路基板31と導波路基板301との間にはレンズ基板300が存在するとして、説明したが、図4に示すように、反射面313から反射された光がレンズ44のみで反射面314に集光され、反射面333から反射された光がレンズ404のみで反射面324に集光されることができれば、レンズ基板30、300は無くてもよく、その場合でも上記と同様の効果を得ることができる。

#### 【0066】

なお、本実施の形態2において、導波路32は、図3において紙面の奥側に導波路22に平行して配置される、として説明したが、これらの導波路22、32の配置はこれに限定されることなく、同一の導波路基板31に別々に配置され、それぞれ別の導波路312、

10

20

30

40

50

302に導かれる構成であれば、どのような配置でも、上記と同様の効果を得ることができる。

#### 【0067】

また、導波路22、32が同一の導波路基板31にあるのではなく、別々に積層された導波路基板に存在してもよいし、導波路312、302がそれぞれ導波路基板31、301に別々のあるのではなく、同一の導波路基板に存在していてもよく、それらの場合でも上記と同様の効果を得ることができる。

#### 【0068】

##### (実施の形態3)

図5に本発明の立体光導波路の実施の形態3の構成を示す。

10

#### 【0069】

本実施の形態の立体光導波路において、アイソレータ基板8上には、本発明の発光素子である面発光レーザ(VCSEL)59が設置され、反射面513と、レンズ54と、面発光レーザ59とが、上下方向で整列するように位置合わせがされている。ここで、導波路基板51、レンズ基板52、アイソレータ基板8までの構成は、実施の形態の1の場合と同様であり、その説明を省略する。

#### 【0070】

上記の構成により、面発光レーザ59から照射されたレーザ光は、アイソレータ基板8およびレンズ54を通って導波路基板51の導波路52に導かれる。このようにして、複雑な調整が必要とされず、低コストで高機能な立体光導波路を提供することができる。

20

#### 【0071】

なお、本実施の形態3において、レンズ基板53と、面発光レーザ59との間にアイソレータ基板8が存在するとして説明したが、アイソレータ基板8が存在しなくてもよく、その場合も上記と同様の効果を得ることができる。

#### 【0072】

また、上記の説明では、アイソレータ基板8上に面発光レーザ59が設置されている例で説明したが、図6に示すように面発光レーザ59の代わりに本発明の受光素子である面受光フォトダイオード69が設置されてもよい。図6は、導波路62を有する導波路基板61、レンズ64を有するレンズ基板63、面受光フォトダイオード69で構成された立体光導波路を示す。ここで、導波路61およびレンズ基板63の構成は、上記と同様でありその説明は省略する。また、図6に示す構成において、レンズ基板63と面受光フォトダイオード69との間にアイソレータ基板8が積層されていてもよい。

30

#### 【0073】

##### (実施の形態4)

図7に本発明の立体光導波路の実施の形態4における構成を示す。

#### 【0074】

本実施の形態4における立体光導波路において、導波路基板71は、導波路72と、および導波路72に対向した方向に導波路702とを有する。そして、導波路72の端部には反射面713が成型され、導波路702の端部には反射面733が成型される。ここで反射面713、733は、山型の斜面となる向きに水平面からそれぞれ約22.5°角度付けされて、互いに対向して成型されている。そして、導波路基板71の上部に積層されたレンズ基板73には、レンズ74とレンズ704とが隣接してレンズ基板73と一体化して成型されている。

40

#### 【0075】

レンズ基板73の上部には、本発明のフィルタ層を有した平板型光基板である波長多重フィルタ76が積層され、波長多重フィルタ76の上部には、レンズ79を有するレンズ基板70が積層されている。そして、レンズ基板70の上部には、導波路712、および導波路712の端部に成型された反射面714を有する導波路基板711が積層されている。ここで、反射面714は、水平面から22.5°角度付けされている。また、反射面713から見て、レンズ74と、レンズ79と、反射面714とは、水平方向に対して左上

50

方へ45°傾斜して整列されている。また、反射面733から見てレンズ704は、水平方向に対して右斜め上方へ45°傾斜して配置されている。

**【0076】**

このように構成された立体光導波路の動作について、次に説明する。

**【0077】**

導波路72内を水平方向左へ進行してきた光は、反射面713で水平進行方向から45°上方に反射されて、レンズ74を通過する。レンズ74を通過した光の一部（すなわち波長多重フィルタ76で選別された波長成分を含む光）が波長多重フィルタ76を通過し、レンズ79を介して反射面714へ至り、水平方向に反射されて導波路712内を左へ進行する。一方、波長多重フィルタ76で選別された残りの波長成分を含む光は、レンズ基板73と波長多重フィルタ76との境界面において水平方向から左斜め下45°の角度で反射され、レンズ704を介して反射面733で反射され、導波路702を水平方向に左へ進行する。10

**【0078】**

このように本実施の形態の立体光導波路によれば、導波路72に入射した光を波長成分に応じて、別の導波路712、702に分離して取り出すことができる。

**【0079】**

なお、本発明実施の形態において、レンズ74により十分反射面714に集光することができれば、レンズ基板70は不要であり、その場合も上記と同様の効果を得ることができる。20

**【0080】**

図8は、本実施の形態の変形例を示す。この変形例においては、レンズ基板70の上部には、導波路基板711が積層される代わりに、面受光フォトダイオード89が設置されている。このようにすることにより、導波路72に入射された光のうち、波長多重フィルタ76で選別された波長成分を含む光のみを、面受光フォトダイオード89に導入することができ、波長多重フィルタ76で選別された残りの波長成分を含む光を別の導波路702に導くことができる。

**【0081】**

なお、本実施の形態の立体光導波路を作製する際に各基板の位置決めは、必要に応じて立体光導波路の上方から光を照射して行う。例えば、図7に示すように導波路基板71、レンズ基板73、波長多重フィルタ76、およびレンズ基板70が積層されている状態で、導波路基板711の位置決めを行う場合において、光源105から照射される光の波長が、波長多重フィルタ76を通過しないときは、光源105を導波路基板711の上方に設置して、実施の形態1で説明した同様の方法で上方から光を照射して導波路基板711の位置決めを行えばよい。30

**【0082】**

（実施の形態5）

図9に、本発明の立体光導波路の実施の形態5における構成を示す。

**【0083】**

本実施の形態の立体光導波路は、実施の形態3（図5）に示す立体光導波路にレンズ919を有したレンズ基板900を積層させた立体光導波路をその左側に有し、実施の形態4（図8）に示す立体光導波路をその右側に有する構成である。ここで、レンズ基板900の厚みは、その左側、右側で異なり、本実施の形態の立体光導波路の右側の厚みは、左側の厚みよりもファラデー回転子96の厚みと、偏向子97の厚みの分だけ大きい。また、波長多重フィルタ906は、面発光レーザ99から照射された光の波長を反射し、導波路92から入射された光の波長を通過させるように設計されている。それ以外の構成要素は、実施の形態3、および実施の形態4における構成要素と類似しており、その説明を省略する。40

**【0084】**

このような構成を有する立体光導波路において、導波路92を左へ進行してきた光は、反50

射面 913において水平進行方向から45°上方に反射され、レンズ94、波長多重フィルタ906、レンズ909を通過して、面受光フォトダイオード999に至る。一方、面発光レーザ99から照射された光は、レンズ919、アイソレータ基板98、レンズ914を下方へ通過し、反射面943で水平右方向に反射され、次に反射面933において進行方向から上方45°の方向へ反射される。そして、反射面933で反射された光は、レンズ904を通過し、波長多重フィルタ906とレンズ基板93との境界面において、右斜め下45°に反射され、レンズ94を通過して反射面913に至る。そして、反射面913で水平方向右に反射された光は、導波路92を右方向に進行する。

#### 【0085】

本実施の形態によれば、複雑な構成の立体光導波路でも、複雑な調整が必要とされず、低コストで高機能の立体光導波路を提供することができる。

#### 【0086】

##### (実施の形態6)

図10に本発明の実施の形態6における構成を示す。

#### 【0087】

図10に示す立体光導波路の右側部分は、実施の形態2(図3)に示す立体光導波路と、同様の構成であり、その説明は省略する。そして、図10に示す立体光導波路の左側部分は、実施の形態4(図7)に示す立体光導波路を上下左右を逆にした構成である。ここで、本発明の波長多重フィルタの一例である波長多重フィルタ1316は、波長1の光は通過させるが、波長2の光は、通過させないように設定されている。

10

20

#### 【0088】

このような構成の立体光導波路において、導波路1322、1332にそれぞれ異なった波長1、2の光を導入すると、導波路1322に導入された波長1の光は、反射面1313、レンズ1334、アイソレータ基板1308、レンズ1324、反射面13363、導波路1342を介して反射面1373に至り、反射面1373で反射された光は、レンズ1344、波長多重フィルタ1316、レンズ1364を通過し、反射面1393で反射されて導波路1362に至る。

#### 【0089】

一方、導波路1332に導入された波長2の光は、反射面1333、レンズ1304、アイソレータ基板1308、レンズ1314、反射面1353を介して反射面1383に至る。反射面1383で反射された光は、レンズ1354を介して、波長多重フィルタ1316に対して、右斜め上方から入射される。波長多重フィルタ1316は、波長2の光を通過させないので、波長多重フィルタ1316の右斜め上方から入射された光は、波長多重フィルタ1316とレンズ基板1350との境界面において反射され、左斜め上方に進行し、レンズ1364、反射面1393を介して、導波路1362に導かれる。

30

#### 【0090】

このようにして、導波路1322、1332に波長1、2の光を導入すると、1および2の波長成分を有する光が導波路1362から出力される。このように本実施の形態によれば、複雑な構成の立体光導波路でも、複雑な調整が必要とされず、低コストで高機能の立体光導波路を提供することができる。

40

#### 【0091】

##### (実施の形態7)

以上までの実施の形態に示した立体光導波路を使用して光を送受信するためのモジュールを作製することができる。図19は、そのような送信用光モジュールの構成の一例を示す。図19において示すように、本発明の電気入力端子の一例である電気入力端子1105には、本発明の発光素子の一例であるレーザダイオード1109が接続され、レーザダイオード1109は、導波路1102に接続されている。そして、導波路1102は、アイソレータ1108を介して導波路1112に接続され、導波路1112には、本発明の光出力端子の一例である光出力端子1107が接続されている。このような光送信モジュールは、例えば、本発明の立体光導波路の一例である、図1に示す立体光導波路を使用して

50

構成することができる。この場合、図19における導波路1102は、図1に示す導波路2に対応し、その端部には、レーザダイオード1109（この場合は、端面発光レーザ）を取り付ければよい。また図19における導波路1112は、図1に示す導波路12に対応し、その端部には、光出力端子1107として例えば図25に示すV型溝1402が設置され、光ファイバケーブル（図示せず）が固定される。

#### 【0092】

このようにすれば、電気入力端子1105に入力された電気信号に応じて、光出力端子1107から光出力を出力することができ、複雑な調整が必要とされず、低成本な光送信モジュールを提供することができる。

#### 【0093】

なお、図1に示す立体光導波路を使用する代わりに、図2に示す立体光導波路を使用してもよい。または、図3または図4に示すような立体光導波路が使用されてもよく、その場合は、導波路1102として導波路22および導波路32の2つが相当し、導波路1112として導波路312、302の2つが相当する。そして、導波路22、および導波路32の端部には、それぞれレーザダイオード1109が別々に設置され、導波路312、302の端部には、それぞれ光出力端子1107が接続され、それぞれのレーザダイオード1109から放射された光は、別々に光出力端子1107から出力される。または、図5に示す立体光導波路が使用されてもよく、この場合は、導波路1102が省略され、レーザダイオード1109としては、面発光ダイオード59が使用される。

#### 【0094】

また図20は、波長多重送信用光モジュールの構成例を示す。図20に示す波長多重送信用光モジュールは、電気入力端子1105を有する2つのレーザダイオード1119、1129を有し、それぞれのレーザダイオード1119、1129には、導波路1132、1142が接続され、導波路1132、1142は、アイソレータ1118を介して、導波路1152、1162にそれぞれ接続されている。そして導波路1152、1162は、波長多重フィルタ1106を介して、光出力端子1107に接続されている。

#### 【0095】

このような波長多重送信用光モジュールは、例えば図10に示す構成の立体光導波路を使用して構成することができる。この場合、波長1の光を出力するレーザダイオード1119を導波路1322の端部に設置し、波長2の光を出力するレーザダイオード1129を導波路1332の端部に設置する。そして、光出力端子1107を導波路1362の端部に設置する。

#### 【0096】

このようにすれば、2つの電気入力端子1119、1129から入力された電気信号を光信号として合成して出力することができる。

#### 【0097】

（実施の形態8）

図21は、受信用光モジュールの構成の一例を示す。図21において示すように、本発明の光入力端子の一例である光入力端子1117（例えば図25に示すV型溝）が、導波路1122の端部に設置され、本発明の受光素子の一例であるフォトダイオード1209が、導波路1122に接続されている。そして、フォトダイオード1209には、本発明の電気出力端子の一例である電気出力端子1115が接続されている。このような光受信モジュールは、例えば、本発明の立体光導波路の一例である、図6に示す立体光導波路を使用して構成することができる。このような構成の光受信モジュールによれば、光入力端子1117に入力された光信号に応じて、電気出力端子1115から電気出力を得ることができる。

#### 【0098】

図22は、波長多重受信用光モジュールの構成例を示す。この構成例において、光入力端子1107は波長多重フィルタ1116に接続され、波長多重フィルタ1116には、導波路1172、1182が接続され、導波路1172、1182にはそれぞれフォトダイ

10

20

30

40

50

オード 1219、1229が接続されている。

**【0099】**

このような波長多重受信用光モジュールは、例えば、図7に示す立体光導波路を使用して構成することができる。この場合、導波路72の端部に光入力端子1107を接続し、導波路712、702の端部にフォトダイオード1219、1229をそれぞれ接続すればよく、波長多重フィルタ76は、波長1の光を通過させるが、波長2の光を通過させないように設定すればよい。

**【0100】**

このような構成の波長多重光受信モジュールにおいて、導波路71に波長1および波長2を有する光を導入されると、波長1の光は、導波路712を介してフォトダイオード1219に至り、波長2の光は、導波路702を介してフォトダイオード1229に至り、それらに応じて電気出力がそれぞれのフォトダイオード1219、1229に接続された電気出力端子1115から出力される。すなわち、1つの光入力端子1107から入力された光信号を2つの分離された電気信号としてそれぞれの電気出力端子から得ることができる。

**【0101】**

なお、上記の送信用光モジュールと、受信用光モジュールとを光ファイバケーブルを介して接続すれば、送受信用光伝送システムとして使用することができる。

**【0102】**

(実施の形態9)

図23は、光送信機能と光受信機能の両方を持たせた波長多重送受信用光モジュールの構成例を示す。図23に示す構成において、電気入力端子1105を有した、波長1の光を放射するレーザダイオード1139が、導波路1192、本発明のアイソレータの一例であるアイソレータ1128、導波路1212を介して本発明の波長多重フィルタの一例である波長多重フィルタ1128に接続されている。一方、電気出力端子1115を有し、波長2の光を受光するためのフォトダイオード1239は、導波路1202を介して波長多重フィルタ1126に接続されている。そして波長多重フィルタ1126には、本発明の光入出力端子の一例である光入出力端子1127(例えば図25に示すV型溝)が接続されている。

**【0103】**

このような波長多重送受信用光モジュールは、例えば図9に示す立体光導波路を使用することにより構成することができる。この場合、導波路92の端部に光入出力端子1127が設置される。そして、波長多重フィルタ906は、面発光レーザ99から放射される光の波長1を通過させないが、入出力端子1127に入力される光の波長2を通過させるように設定されている。

**【0104】**

このような構成により、面発光レーザ99から放射された波長1の光は、波長多重フィルタ906とレンズ基板93との境界面において反射されて導波路92を介して光入出力端子1127から出力される。一方、光入出力端子1127に入力された波長2の光は、波長多重フィルタ906を通過して面受光ダイオード999に至る。このような波長多重送受信用光モジュールによれば、光入出力端子11271つで光の送受信を行うことができる。

**【0105】**

図24は、このような波長多重送受信用光モジュールを利用した光伝送装置の一例を示す。図24において、レーザダイオード1149には、レーザダイオードドライバIC1104が接続され、レーザダイオードドライバIC1104には、送信信号マルチブレクサ1103が接続されている。そして、送信信号マルチブレクサ1103は、複数の信号を入力するための電気信号入力端子1125に接続されている。ここで、レーザダイオードドライバICは、レーザダイオードに供給される電流バイアスの制御を行い、デジタル信号の重畠を行う。

10

20

30

40

50

**【0106】**

一方、フォトダイオード 1249 には、受信フロントエンド IC1114 が接続され、この受信フロントエンド IC1114 には、受信信号デマルチプレクサ 1113 が接続されている。そして、受信信号デマルチプレクサ 1113 は、複数の信号を出力するための受信信号出力端子 1135 に接続されている。ここで、受信フロントエンド IC1114 は、フォトダイオード 1249 から出力された微弱な信号を低ノイズで増幅する。

**【0107】**

図 24において、レーザダイオード 1149、およびフォトダイオード 1249 から右側の構成要素は、上記の説明で述べたとおりである。このような光伝送装置を使用することにより、複数の電気信号を 1 つの光入出力端子を介して光ファイバーケーブルにより伝送させることができる。10

**【0108】**

なお、複数の上記送受信用光モジュールを、光ファイバーケーブルを介して接続すれば、送受信用光伝送システムとして使用することができる。この場合、例えば、送受信用光モジュールを 2 つ用意して一組とし、一方の送受信用光モジュールは、波長 1 で送信して波長 2 で受信し、他方の送受信用光モジュールは、波長 2 で送信して波長 1 で受信するように設定すれば、一組の送受信用光伝送システムとして使用することができる。

**【0109】**

なお、以上までの説明において、上下、左右を図面に示されるとおりに固定して説明してきたが、同様の効果を得ることができれば上下、左右は、上記の説明のとおりでなくてもよい。20

**【0110】**

また、以上までの説明では、水平方向からの光を垂直方向に、または 45° の角度で進行させるとして説明してきたが、これらは一例であり、積層された基板を任意の角度で光は進行させてもよく、その場合は各反射板の角度、各レンズと各反射板の配置は光がそのように進行するように設定され得る。

**【0111】**

また、以上までの実施の形態において、各基板は、成型ガラスにより成型されている、として説明してきたが、これに限定されず、樹脂等により成型されていてもよい。例えば、シリコン基板上に導波路とともにマーカ 101、103 をドライエッ칭により同時に成型することにより各基板が作製されてもよく、その場合も上記と同様の効果が得られる。30

**【0112】****【発明の効果】**

本発明によれば、複雑な調整が必要とされず、低コストの立体光導波路を提供することができる。

**【0113】**

また、平板型導波路、およびレンズ層、アイソレータ層、またはフィルタ層が成型ガラスに一体的に成型された場合は、さらに複雑な調整が必要とされず、低コストの立体光導波路を提供することができる。40

**【0114】**

また、平板型光基板がレンズ層、アイソレータ層、またはフィルタ層を備える場合は、高機能の立体光導波路を提供することができる。

**【図面の簡単な説明】**

【図 1】図 1 は、本発明の実施の形態 1 の立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 2】図 2 は、本発明の実施の形態 1 の変形例である立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の実施の形態 2 の立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の実施の形態 2 の変形例である立体光導波路の構成を示す断面図である。50

【図 5】図 5 は、本発明の実施の形態 3 の立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 6】図 6 は、本発明の実施の形態 3 の変形例である立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 7】図 7 は、本発明の実施の形態 4 の立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 8】図 8 は、本発明の実施の形態 4 の変形例である立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 9】図 9 は、本発明の実施の形態 5 の立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 10】図 10 は、本発明の実施の形態 6 の立体光導波路の構成を示す断面図である。

【図 11】図 11 は、本発明の立体光導波路を製造するときに使用する、各基板に設置されたマーカを示す断面図である。 10

【図 12】図 12 は、本発明の立体光導波路の製造方法を示す概略図である。

【図 13】図 13 は、本発明の立体光導波路の製造方法を示す概略図である。

【図 14】図 14 は、本発明の立体光導波路の製造方法を示す概略図である。

【図 15】図 15 は、本発明の立体光導波路の製造方法を示す概略図である。

【図 16】図 16 は、本発明の立体光導波路の製造方法を示す概略図である。

【図 17】図 17 は、本発明の立体光導波路の製造方法を示す概略図である。

【図 18】図 18 は、本発明の立体光導波路の製造方法を示す概略図である。

【図 19】図 19 は、本発明の送信用光モジュールの構成を示す模式図である。

【図 20】図 20 は、本発明の送信用光モジュールの構成を示す模式図である。

【図 21】図 21 は、本発明の受信用光モジュールの構成を示す模式図である。 20

【図 22】図 22 は、本発明の受信用光モジュールの構成を示す模式図である。

【図 23】図 23 は、本発明の送受信用光モジュールの構成を示す模式図である。

【図 24】図 24 は、本発明の送受信用光モジュールの応用例の構成を示す模式図である。 。

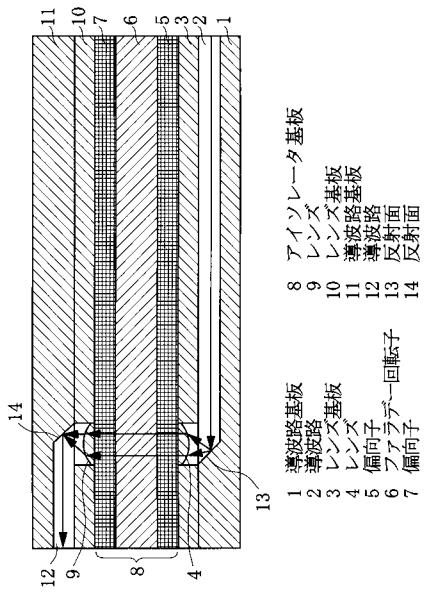
【図 25】図 25 は、本発明の光入力端子、光出力端子、または光入出力端子の具体例を示す斜視図である。

【図 26】図 26 は、従来技術の導波路の構造を示す図である。

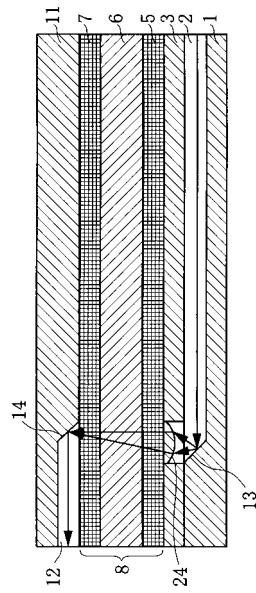
**【符号の説明】**

1、11	導波路基板	30
2、12	導波路	
3、10	レンズ基板	
4、9	レンズ	
8	アイソレータ基板	
13、14	反射面	
59、99	面発光レーザ	
69、89	面受光フォトダイオード	
101、103	マーカ	
102、104	底面	
105	光源	
106	受光装置	40
107、108	像	

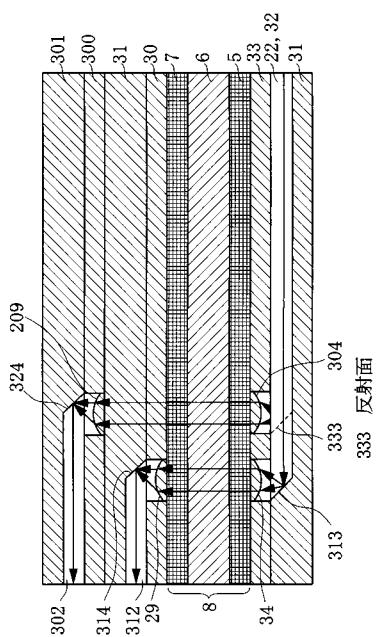
【図1】



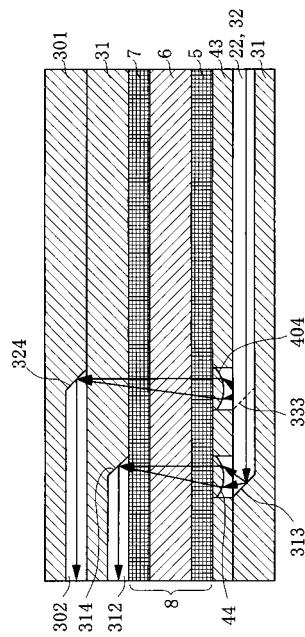
【図2】



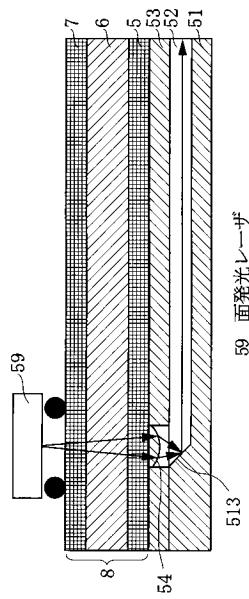
【図3】



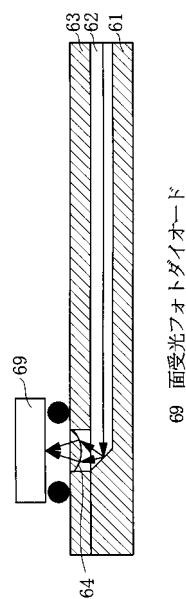
【図4】



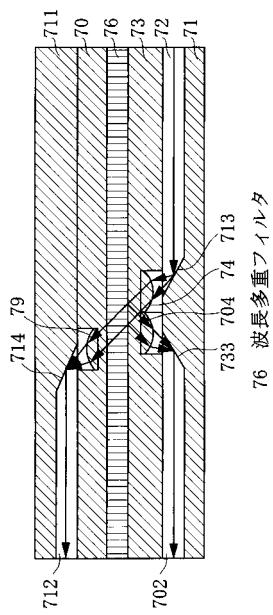
【図5】



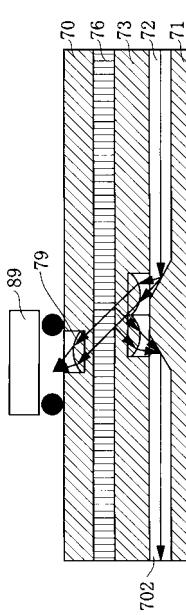
【図6】



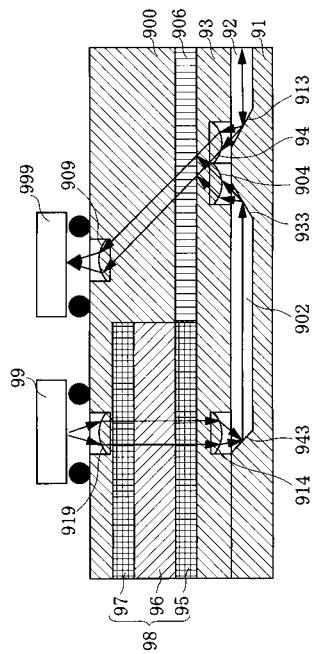
【図7】



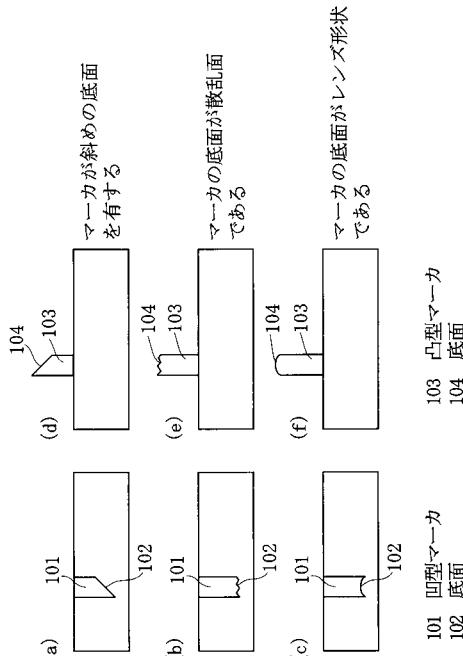
【図8】



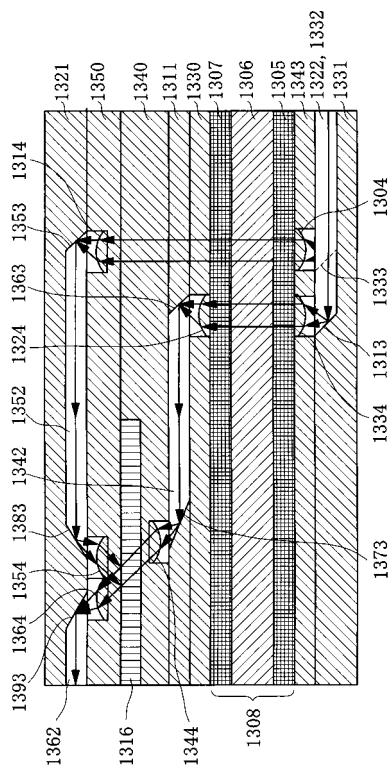
【 図 9 】



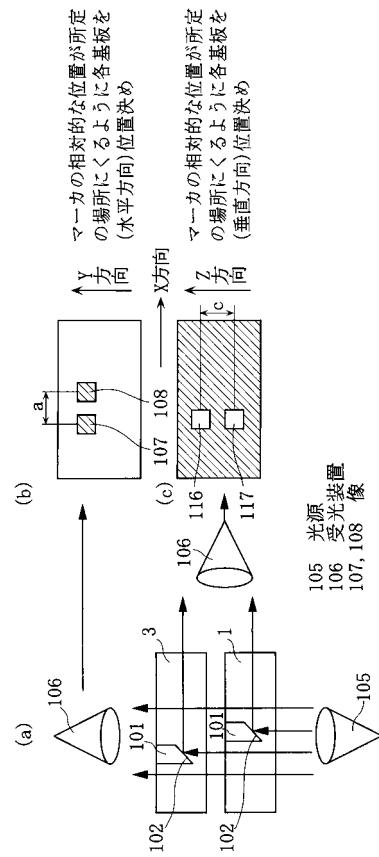
【 図 1 1 】



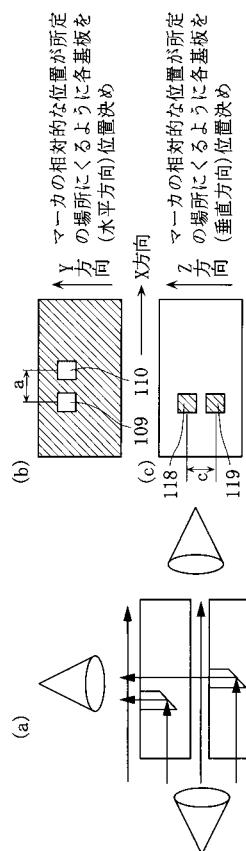
【 図 1 0 】



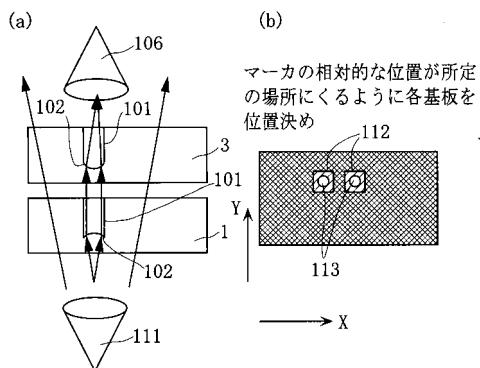
【 図 1 2 】



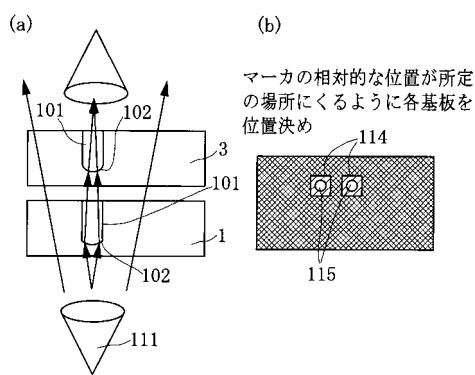
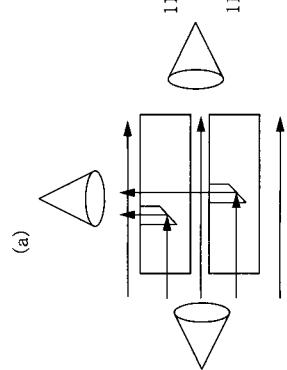
【図 1 3】



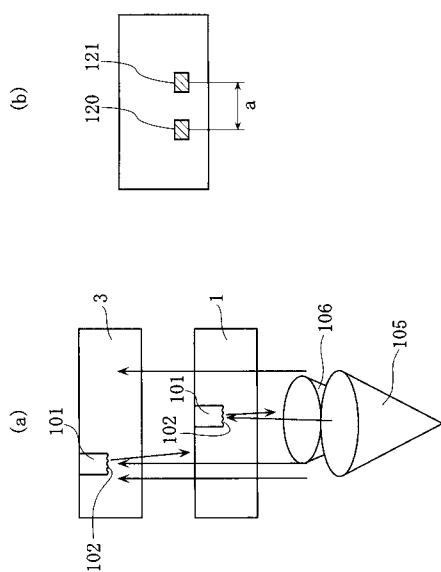
【図 1 4】



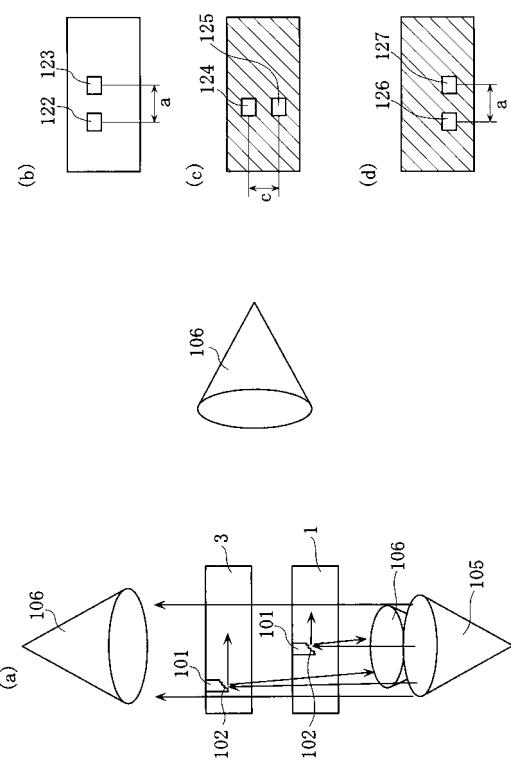
【図 1 5】



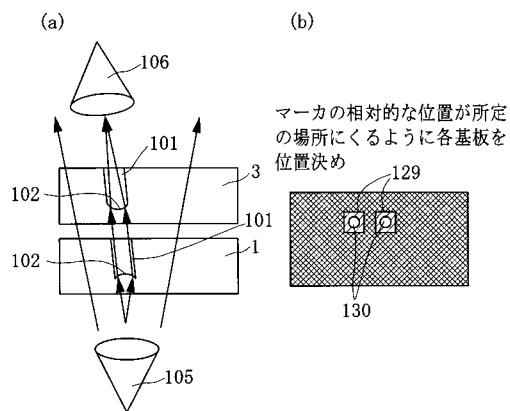
【図 1 6】



【図 1 7】

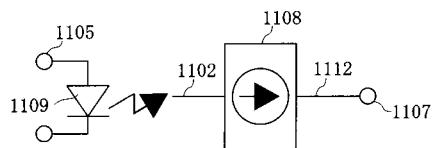


【図18】

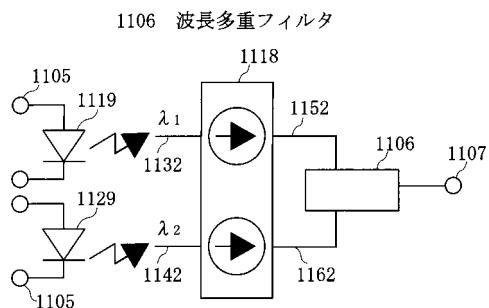


【図19】

1109 レーザダイオード  
 1102, 1112 導波路  
 1105 電気入力端子  
 1108 アイソレータ  
 1107 光出力端子

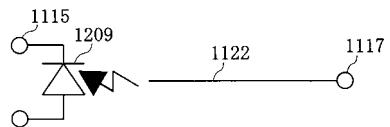


【図20】

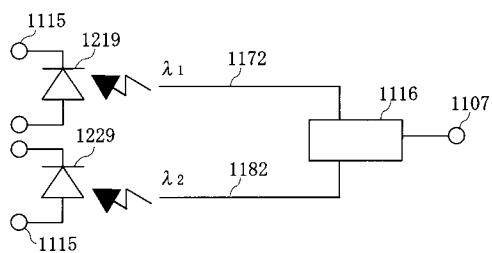


【図21】

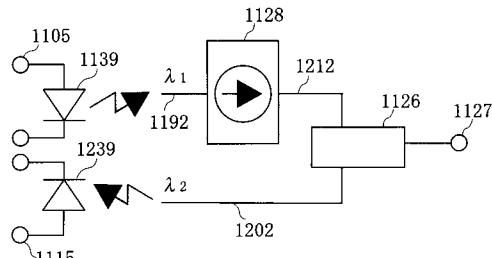
1209 フォトダイオード



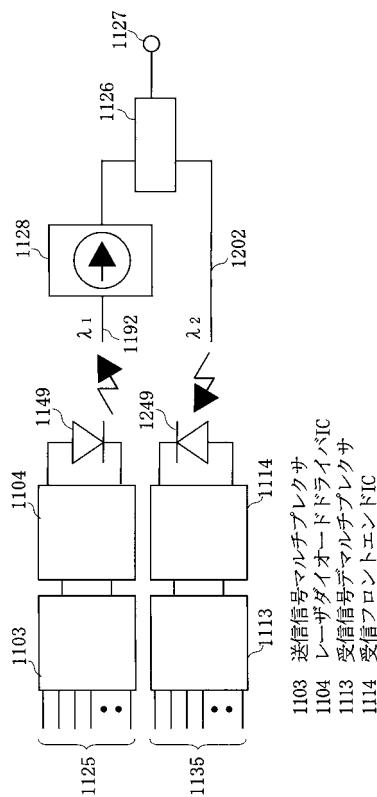
【図22】



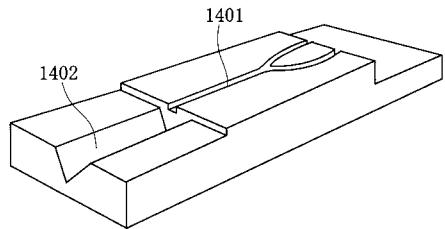
【図23】



【図24】

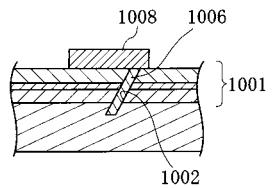


【図25】



1401 光導波路  
1402 V型溝

【図26】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-207662(JP,A)  
特開2003-131081(JP,A)  
特開2002-258081(JP,A)  
特開2001-330746(JP,A)  
特開2001-174657(JP,A)  
特開2001-110188(JP,A)  
特開2001-013339(JP,A)  
特開2000-137127(JP,A)  
特開昭63-063006(JP,A)  
特開昭59-121008(JP,A)  
特開平11-295557(JP,A)  
特開平09-218316(JP,A)  
特開平09-051087(JP,A)  
特開平07-199119(JP,A)  
特開平06-045584(JP,A)  
特開平05-313027(JP,A)  
特開平05-224043(JP,A)  
特開平05-072429(JP,A)  
特開平04-011206(JP,A)  
特開平04-011205(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/13

G02B 6/12