

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5550535号  
(P5550535)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(51) Int. Cl.	F I
<b>GO2B 6/122 (2006.01)</b>	GO2B 6/12 B
<b>GO2B 6/13 (2006.01)</b>	GO2B 6/12 M
<b>GO2B 6/42 (2006.01)</b>	GO2B 6/42

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-263055 (P2010-263055)	(73) 特許権者	000190688 新光電気工業株式会社 長野県長野市小島田町80番地
(22) 出願日	平成22年11月26日(2010.11.26)	(74) 代理人	100091672 弁理士 岡本 啓三
(65) 公開番号	特開2012-113180 (P2012-113180A)	(72) 発明者	山本 貴功 長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内
(43) 公開日	平成24年6月14日(2012.6.14)	(72) 発明者	米倉 秀樹 長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内
審査請求日	平成25年6月19日(2013.6.19)	(72) 発明者	柳沢 賢司 長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1クラッド層と、

前記第1クラッド層の上に形成されたコア層と、

前記コア層のみにその厚み方向に島状に分離されて形成され、光路変換傾斜面を備えた溝部と、

前記第1クラッド層及び前記コア層の上に形成され、前記光路変換傾斜面の真上の領域のみに、前記溝部に連通する光路変換ホールが配置された第2クラッド層と、

を備え、前記光路変換ホールは、前記第2クラッド層の厚み方向に垂直に形成されており、

前記光路変換ホール内及び前記溝部内に光反射用の空気層が設けられた光導波路と、

絶縁基板と、前記絶縁基板の周縁部に枠状に配置されたソルダレジストとを備え、前記枠状のソルダレジストの内側の前記絶縁基板の上に、前記光導波路の光路変換ホール側の面が接着層によって接着された配線基板であって、前記光路変換ホール内の空気層が前記接着層で封止され、前記ソルダレジストが前記光導波路の外周端面を囲んで配置された前記配線基板と、

前記第1クラッド層の上に搭載され、前記配線基板の接続パッドに接続されて実装され、一端側の前記光路変換傾斜面に光結合される発光素子と、

前記第1クラッド層の上に搭載され、前記配線基板の接続パッドに接続されて実装され、他端側の前記光路変換傾斜面に光結合される受光素子とを有することを特徴とする光導

波路装置。

【請求項 2】

基板の上に、第 1 クラッド層を形成する工程と、  
前記第 1 クラッド層の上にコア層を形成する工程と、  
前記コア層のみを厚み方向に加工することにより、光路変換傾斜面を備えた溝部を島状に分離して形成する工程と、

前記第 1 クラッド層及び前記コア層の上に、前記光路変換傾斜面上の真上の領域のみに、前記溝部に連通して前記第 2 クラッド層の厚み方向に垂直に形成された光路変換ホールが配置された第 2 クラッド層を形成する工程と、

前記基板を除去する工程と、

10

絶縁基板と、前記絶縁基板の周縁部に枠状に配置されたソルダレジストとを備えた配線基板を用意し、前記枠状のソルダレジストの内側の前記絶縁基板の上に、前記光導波路の光路変換ホール側の面を接着層によって接着して、前記光路変換ホール内の空気層を前記接着層で封止し、かつ、前記ソルダレジストを前記光導波路の外周端面を囲むように配置し、前記光路変換ホール内及び前記溝部に光反射用の空気層を設ける工程と、

前記第 1 クラッド層の上に、前記配線基板の接続パッドに接続されて、一端側の前記光路変換傾斜面に光結合される発光素子を実装すると共に、前記第 1 クラッド層の上に、前記配線基板の接続パッドに接続されて、他端側の前記光路変換傾斜面に光結合される受光素子を実装する工程と

を有することを特徴とする光導波路装置の製造方法。

20

【請求項 3】

前記第 2 クラッド層を形成する工程は、

感光性樹脂層を形成する工程と、

前記感光性樹脂層をフォトリソグラフィによってパターンニングすることにより前記光路変換ホールを形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の光導波路装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光導波路装置及びその製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、光ファイバ通信技術を中心に基幹系の通信回線の整備が着々と進行する中でボトルネックとなりつつあるのが情報端末内の電氣的配線である。このような背景から、すべての信号伝達を電気信号によって行う従来の電気回路基板に代わって、電気信号の伝達速度の限界を補うために、高速部分を光信号で伝達するタイプの光電気複合基板が提案されている。

【0003】

光電気複合基板において、光信号はコア層がクラッド層で囲まれた構造の光導波路によって伝達される。

40

【0004】

光導波路の製造方法の一例では、まず、基板上に、下部クラッド層、コア層及び上部クラッド層を順次形成する。その後、回転ブレードによって上部クラッド層からコア層を分断するように加工することにより、光伝播方向に対して 45° の角度の傾斜面を備える溝部を形成する。

【0005】

そして、溝部内の傾斜面の空気界面においてコア層を伝播する光を垂直方向に反射させて光路を変換させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 7 8 8 8 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

従来技術では、傾斜面を備える溝部は、上部クラッド層でコア層を被覆した後に、光導波路形成領域を横切るように複数のコア層に直交して細長く延びる開放空間として形成される。従って、溝部の体積が比較的大きくなるため光導波路の十分な機械的強度が得られない。また、溝部が細長く繋がっているため傾斜面に異物が付着するリスクが高くなり、光導波路の長期的にわたる信頼性が懸念される。

10

【 0 0 0 8 】

さらには、光導波路の上に被覆部材を接着剤で固定して溝部を塞ぐ場合は、溝部に接着剤が回り込まないような工夫が必要になる。

【 0 0 0 9 】

溝部内の傾斜面の空気界面で光路を変換させる光導波路装置及びその製造方法において、十分な機械的強度が得られると共に、信頼性の高い光路変換用の傾斜面を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

以下の開示の一観点によれば、第 1 クラッド層と、前記第 1 クラッド層の上に形成されたコア層と、前記コア層のみにその厚み方向に島状に分離されて形成され、光路変換傾斜面を備えた溝部と、前記第 1 クラッド層及び前記コア層の上に形成され、前記光路変換傾斜面の真上の領域のみに、前記溝部に連通する光路変換ホールが配置された第 2 クラッド層と、備え、前記光路変換ホールは、前記第 2 クラッド層の厚み方向に垂直に形成されており、前記光路変換ホール内及び前記溝部に光反射用の空気層が設けられた光導波路と、絶縁基板と、前記絶縁基板の周縁部に枠状に配置されたソルダレジストとを備え、前記枠状のソルダレジストの内側の前記絶縁基板の上に、前記光導波路の光路変換ホール側の面が接着層によって接着された配線基板であって、前記光路変換ホール内の空気層が前記接着層で封止され、前記ソルダレジストが前記光導波路の外周端面を囲んで配置された前記配線基板と、前記第 1 クラッド層の上に搭載され、前記配線基板の接続パッドに接続されて実装され、一端側の前記光路変換傾斜面に光結合される発光素子と、前記第 1 クラッド層の上に搭載され、前記配線基板の接続パッドに接続されて実装され、他端側の前記光路変換傾斜面に光結合される受光素子とを有する光導波路装置が提供される。

20

30

【 0 0 1 1 】

また、その開示の他の観点によれば、基板の上に、第 1 クラッド層を形成する工程と、前記第 1 クラッド層の上にコア層を形成する工程と、前記コア層のみを厚み方向に加工することにより、光路変換傾斜面を備えた溝部を島状に分離して形成する工程と、前記第 1 クラッド層及び前記コア層の上に、前記光路変換傾斜面上の真上の領域のみに、前記溝部に連通して前記第 2 クラッド層の厚み方向に垂直に形成された光路変換ホールが配置された第 2 クラッド層を形成する工程と、前記基板を除去する工程と、絶縁基板と、前記絶縁基板の周縁部に枠状に配置されたソルダレジストとを備えた配線基板を用意し、前記枠状のソルダレジストの内側の前記絶縁基板の上に、前記光導波路の光路変換ホール側の面を接着層によって接着して、前記光路変換ホール内の空気層を前記接着層で封止し、かつ、前記ソルダレジストを前記光導波路の外周端面を囲むように配置し、前記光路変換ホール内及び前記溝部に光反射用の空気層を設ける工程と、前記第 1 クラッド層の上に、前記配線基板の接続パッドに接続されて、一端側の前記光路変換傾斜面に光結合される発光素子を実装すると共に、前記第 1 クラッド層の上に、前記配線基板の接続パッドに接続されて、他端側の前記光路変換傾斜面に光結合される受光素子を実装する工程とを有する光導波路装置の製造方法が提供される。

40

【発明の効果】

50

## 【 0 0 1 2 】

以下の開示によれば、基板の上に第1クラッド層及びコア層を形成した後に、コア層に光路変換傾斜面を備えた溝部を形成する。その後、光路変換傾斜面上に光路変換ホールが配置された第2クラッド層を形成することにより、光路変換傾斜面を露出させる。

## 【 0 0 1 3 】

このような手法を採用することにより、コア層のみに光路変換傾斜面を備えた溝部が形成されるので、溝部のトータルの体積を小さくすることができ、光導波路の十分な機械的強度を得ることができる。

## 【 0 0 1 4 】

さらに、好適にはフォトリソグラフィ技術を使用することにより、コア層に形成した光路変換傾斜面上に光路変換ホールが配置された第2クラッド層を容易に形成することができる。これにより、各コア層の光路変換傾斜面上の領域のみに光反射用の空気層が存在する構造となり、光路変換部の長期的な信頼性を向上させることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 図 1 は第 1 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図（その 1）である。

【 図 2 】 図 2 は第 1 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図及び平面図（その 2）である。

【 図 3 】 図 3 は第 1 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図及び平面図（その 3）である。

【 図 4 】 図 4 は第 1 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図（その 4）である。

【 図 5 】 図 5 は第 1 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図及び平面図（その 5）である。

【 図 6 】 図 6 は第 1 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図（その 6）である。

【 図 7 】 図 7 は第 1 実施形態の光導波路を示す断面図である。

【 図 8 】 図 8 は第 1 実施形態の光導波路装置を示す断面図である。

【 図 9 】 図 9（a）～（c）は第 2 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図である。

【 図 10 】 図 10（a）及び（b）は第 3 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図である。

【 図 11 】 図 11 は図 10（b）の光導波路を配線基板に接続する様子を示す断面図である。

【 図 12 】 図 12 は第 3 実施形態の光導波路装置を示す断面図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 6 】

以下、実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

## 【 0 0 1 7 】

（第 1 の実施の形態）

図 1 ～ 図 6 は第 1 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図、図 7 は第 1 実施形態の光導波路を示す断面図である。

## 【 0 0 1 8 】

第 1 実施形態の光導波路の製造方法では、図 1 に示すように、まず、基板 10 を用意する。基板 10 は最終的に除去される仮基板として用意され、引き剥がして除去できるポリカーボネート樹脂などからなる。

## 【 0 0 1 9 】

次いで、基板 10 の上に第 1 クラッド層を得るための感光性樹脂層（不図示）を形成し、フォトリソグラフィに基づいて露光 / 現像を行った後に、感光性樹脂層を 140 程度の加熱処理によって硬化させる。これより、基板 10 上の光導波路形成領域に第 1 クラッド層 20 が形成される。第 1 クラッド層 20 の厚みは、例えば 10 ～ 20 μm 程度である。

## 【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

次いで、図2に示すように、第1クラッド層20の上にコア層を得るための感光性樹脂層(不図示)を形成する。さらに、フォトリソグラフィに基づいて露光/現像を行った後に、感光性樹脂層を140程度の加熱処理によって硬化させる。これにより、第1クラッド層20の上にコア層22が一括でパターン化されて形成される。

【0021】

図2の平面図に示すように、第1クラッド層20の上に横方向に延在する帯状のコア層22が縦方向に並んで配置される。コア層22はその屈折率が第1クラッド層20及び後述する第2クラッド層の屈折率よりも高くなるように設定される。

【0022】

コア層22の厚みは30~80 $\mu\text{m}$ 程度であり、コア層22の配置ピッチは250 $\mu\text{m}$ 程度である。

10

【0023】

次いで、図3に示すように、コア層22の光路変換部になる部分を切削装置の回転ブレードにより厚み方向に分断するように切削して加工する。これにより、コア層22に光路変換傾斜面Sを備えた溝部22xがそれぞれ形成される。光路変換傾斜面Sはコア層22の延在方向(光伝播方向)と所定の角度(好ましくは45°)で交差して傾斜するように形成される。

【0024】

溝部22xは、コア層22を分断してさらに第1クラッド層20の厚みの途中まで形成されるようにしてもよい。

20

【0025】

図3の平面図では、各コア層22に第1光経路L1と第2光経路L2が設けられる例が示されており、第1光経路L1と第2光経路L2の各両端部に光路変換傾斜面Sがそれぞれ配置される。

【0026】

このように、本実施形態では、コア層22を形成した直後(コア層22を第2クラッド層で被覆する前)にコア層22に光路変換傾斜面Sを備えた溝部22xを形成する。これにより、溝部22xは各コア層22のみに島状に分離されて配置されるため、溝部22xのトータルの体積(切削量)を少なくすることができる。従って、光導波路の機械的強度が弱くなるおそれがない。

30

【0027】

次いで、図4に示すように、第1クラッド層20及びコア層22の上に第2クラッド層を得るための感光性樹脂層24aを形成する。図4では、コア層22を覆う(包み込む)ように第2クラッド層を得るための感光性樹脂層24aが形成されている。

【0028】

感光性樹脂層24aとしては、UV硬化型エポキシ樹脂などが好適に使用される。感光性樹脂層24aの形成方法としては、半硬化状態(B-ステージ)の感光性樹脂シートを貼付してもよいし、あるいは、液状の感光性樹脂を塗布してもよい。

【0029】

前述した第1クラッド層20及びコア層22を形成する工程においても同様な樹脂が好適に使用される。

40

【0030】

この時点では、コア層22に形成された溝部22xが感光性樹脂層24aで埋め込まれた状態になる。

【0031】

さらに、図5に示すように、フォトリソグラフィ技術により、コア層22の溝部22xの真上に開口部が形成されるように、フォトマスク(不図示)を介して感光性樹脂層24aを露光し、現像を行った後に、感光性樹脂層24aを140程度の加熱処理によって硬化させる。

【0032】

50

これによって、光路変換傾斜面 S を備えた溝部 22x の上に光路変換ホール LH が配置された第 2 クラッド層 24 が得られる。第 1 クラッド層 20 の上面からの第 2 クラッド層 24 の厚み (コア層 22 を含む) は、例えば 40 ~ 100  $\mu\text{m}$  程度である。図 5 の平面図では、第 2 クラッド層 24 は透視的に描かれている。

【0033】

光路変換ホール LH の形状は円状に描かれているが四角形状であってもよい。また、第 2 クラッド層 24 の光路変換ホール LH は、第 2 クラッド層 24 の厚み方向に略垂直に形成される。

【0034】

このようにして、コア層 22 の主要部 (光がコア層 22 を伝播する部分) は、第 2 クラッド層 24 で被覆された状態で、コア層 22 の光路変換傾斜面 S のみが第 2 クラッド層 24 の光路変換ホール LH 内に露出した状態となる。光路変換ホール LH 内は空気層 A となっており、光路変換傾斜面 S の空気界面においてコア層 22 を伝播する光路を 90° 変換させることができる。

【0035】

本実施形態では、微細加工が可能なフォトリソグラフィ技術によって感光性樹脂層 24a がパターンニングされて第 2 クラッド層 24 が形成される。このため、光路変換傾斜面 S の真上に第 2 クラッド層 24 の光路変換ホール LH を精度よく配置して光路変換傾斜面 S を信頼性よく露出させることができる。

【0036】

本実施形態と違って、第 2 クラッド層 24 の光路変換ホール LH を機械加工で形成する場合は、第 2 クラッド層 24 のみを選択的に微細加工して光路変換傾斜面 S を露出させることは困難であり、フォトリソグラフィを使用する優位性が理解される。

【0037】

また、光路変換傾斜面 S 以外の不要な領域 (コア層 22 の間の領域) に空気層 A は配置されない構造となるので、光路変換傾斜面 S に異物が付着するリスクを低減させることができる。

【0038】

なお、感光性樹脂層 24a を使用する代わりに、開口部が設けられた樹脂フィルムをコア層 22 の上に貼付することによって光路変換ホール LH を備えた第 2 クラッド層 24 を形成してもよい。この場合は、樹脂フィルムにコア層 22 の溝部 22x に対応するように開口部 (光路変換ホール LH) が予めプレス加工などによって設けられる。

【0039】

以上により、基板 10 の上に、コア層 22 が第 1 クラッド層 20 と第 2 クラッド層 24 で囲まれた構造体が形成される。

【0040】

続いて、図 6 に示すように、第 2 クラッド層 24 の上に封止層 30 を形成することにより、光路変換ホール LH 内の空気層 A を封止層 30 で気密封止する。封止層 30 の形成方法の好適な例としては、半硬化状態のエポキシ樹脂などの樹脂フィルムを貼付し、加熱処理することにより硬化させて接着する。

【0041】

本実施形態では、光路変換傾斜面 S の空気界面において光路を変換させることから、光路変換ホール LH 内に封止層 30 が侵入しないようにする必要がある。このため、封止層 30 として硬化時に流動性が低い樹脂フィルムが使用され、光路変換ホール LH 内に封止層 30 (樹脂) が侵入することなく光路変換ホール LH が封止層 30 でキャップされて空気層 A が残される。

【0042】

本実施形態では、半硬化状態の樹脂フィルムを硬化させて接着することにより封止層 30 を形成することができる。従って、被覆部材を接着剤で固定する方法と違って、光路変換ホール LH 内に接着剤が侵入するおそれはなく、光路変換ホール LH 内の空気層 A を信

10

20

30

40

50

頼性よく気密封止することができる。

【0043】

なお、光路変換ホールLH内の空気層Aを気密封止する必要がない場合は、封止層30を省略してもよい。

【0044】

次いで、図7に示すように、図6の構造体から基板10を除去することにより第1クラッド層20の下面を露出させる。基板10はポリカーボネート樹脂などからなり、第1クラッド層20との界面から引き剥がすことにより、容易に除去することができる。

【0045】

以上により、第1実施形態の光導波路1が得られる。

10

【0046】

以上説明したように、第1実施形態の光導波路の製造方法では、まず、基板10上に第1クラッド層20及びコア層22を順次形成する。次いで、コア層22に光路変換傾斜面Sを備えた溝部22xを形成する。さらに、コア層22の溝部22xの上に光路変換ホールLHが配置された第2クラッド層24を形成する。

【0047】

このような手法を採用することにより、コア層22のみに光路変換傾斜面Sを備えた溝部22xが形成されるので、溝部22xのトータルの体積を小さくすることができ、光導波路路1の十分な機械的強度を得ることができる。

【0048】

20

また、コア層22に形成した溝部22xの上にフォトリソグラフィによって第2クラッド層24の光路変換ホールLHを容易に形成することができる。これにより、各コア層22の光路変換傾斜面S上の領域のみに光反射用の空気層Aが存在する構造となり、コア層22の間の領域には不要な空気層が存在しないので、光路変換部の信頼性を向上させることができる。

【0049】

図7に示すように、第1実施形態の光導波路1では、第1クラッド層20の上に横方向に延在する帯状のコア層22が縦方向に並んで配置されている(図5の平面図を同時に参照)。コア層22には光路変換傾斜面Sを備えた溝部22xがコア層22を分断するように形成されている。光路変換傾斜面Sはコア層22の延在方向(光伝播方向)と所定の角度(好ましくは45°)で交差して傾斜している。

30

【0050】

また、第1クラッド層20及びコア層22の上には、コア層22の溝部22x(光路変換傾斜面S)の上に光路変換ホールLHが配置された第2クラッド層24が形成されている。光路変換ホールLH内には空気層Aが存在し、光路変換傾斜面Sの空気界面が光を反射するミラー面となって、コア層22を伝播する光路を90°変換させることができる。

【0051】

さらに、第2クラッド層24の上には光路変換ホールLHを塞ぐ封止層30が形成されており、光路変換ホールLH内の空気層Aが気密封止されている。

【0052】

40

図8には、図7の光導波路1に発光素子及び受光素子が光結合された光導波路装置2が示されている。本実施形態の光導波路1は、基板10が除去されて剛性基板を有さないので、フレキシブル配線基板に接続することでフレキシブルな光導波路装置として構築することができる。

【0053】

図8に示すように、第1実施形態の光導波路装置2では、前述した図7の光導波路1が上下反転して配置されている。そして、光導波路1の第1クラッド層20の外面側(第1クラッド層20のコア層22側と反対面)に、電気配線として機能する配線層(不図示)を備えた配線基板5が固定されて配置されている。配線基板5は基板としてポリイミドフィルムなどを使用するフレキシブル配線基板である。

50

## 【 0 0 5 4 】

光導波路 1 の第 1 光経路 L 1 の一端側（左側）の光路変換傾斜面 S に光結合するように、第 1 発光素子 4 0 が配線基板 5 の接続パッド（不図示）接続されて実装されている。第 1 発光素子 4 0 はその発光面が下側を向いた状態で、配線基板 5 の接続パッド（不図示）に接続されている。第 1 発光素子 4 0 としては、面発光レーザ（V C S E L : Vertical Cavity Surface Emitting Laser）が好適に使用される。

## 【 0 0 5 5 】

また、光導波路 1 の第 1 光経路 L 1 の他端側（右側）の光路変換傾斜面 S に光結合するように、第 1 受光素子 4 2 が配線基板 5 の接続パッド（不図示）に接続されて実装されている。第 1 受光素子 4 2 はその受光面が下側を向いた状態で、配線基板 5 の接続パッド（不図示）に接続されている。第 1 受光素子 4 2 としては、フォトダイオードが好適に使用される。

10

## 【 0 0 5 6 】

第 1 発光素子 4 0 及び第 1 受光素子 4 2 の下の配線基板 5 には光透過用開口部 7 が設けられている。

## 【 0 0 5 7 】

本実施形態の光導波路装置 2 では、不図示の第 1 L S I チップ（ドライバなど）から出力される電気信号が第 1 発光素子 4 0 に供給され、第 1 発光素子 4 0 から下側に光が出射される。第 1 発光素子 4 0 から出射された光は、光導波路 1 の一端側の光路変換傾斜面 S に到達する。さらに、光路変換傾斜面 S と空気層 A との空気界面で光が反射され、光路が 9 0 ° 変換されてコア層 2 2 に入射する。

20

## 【 0 0 5 8 】

次いで、コア層 2 2 に入射した光は、コア層 2 2 内で全反射を繰り返して伝播し、他端側の光路変換傾斜面 S に到達する。そして、他端側の光路変換傾斜面 S の空気界面で光が反射されて光路が 9 0 ° 変換され、第 1 受光素子 4 2 に光が入射される。

## 【 0 0 5 9 】

第 1 受光素子 4 2 は光信号を電気信号に変換し、不図示の第 2 L S I チップ（TIA : Transimpedance Amplifier など）に電気信号が供給される。

## 【 0 0 6 0 】

本実施形態の光導波路装置 2 では、所望の特性を有する光導波路 1 とクリーンな光路変換傾斜面 S とを備えているので、第 1 発光素子 4 0 及び第 1 受光素子 4 2 と光導波路 1 とを信頼性よく光結合することができる。

30

## 【 0 0 6 1 】

光導波路 1 の第 2 光経路 L 2 においても前述した第 1 光経路 L 1 と同様な構成で第 2 発光素子 4 0 a 及び第 2 受光素子 4 2 a が光導波路 1 に光結合されており、同様な光経路で光伝播が行われる。

## 【 0 0 6 2 】

（第 2 の実施の形態）

図 9 は第 2 実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図である。第 2 実施形態が第 1 実施形態と異なる点は、封止層 3 0 を全体にわたって形成する代わりに、光路変換ホール L H を含む領域のみに封止部を部分的に形成することにある。

40

## 【 0 0 6 3 】

第 2 実施形態では、第 1 実施形態と同一工程及び同一要素については同一符号を付してその詳しい説明を省略する。

## 【 0 0 6 4 】

図 9 ( a ) に示すように、第 1 実施形態と同様な方法により、前述した図 5 と同一の構造体を得る。次いで、図 9 ( b ) に示すように、ディスペンス装置のノズル 9 から樹脂材 3 2 a を、光路変換ホール L H を含む領域に選択的に塗布し、加熱処理することにより樹脂材 3 2 a を硬化させて封止部 3 2 を形成する。

## 【 0 0 6 5 】

50



これにより、光路変換ホールLH内の空気層Aは封止部32によって気密封止される。樹脂材32aとして、光路変換ホールLH内に流れ込まない程度の高い粘度を有する樹脂が使用される。そして、光路変換ホールLHより一回り大きな領域に樹脂材32aを一括して塗布することにより、空気層Aを残すように光路変換ホールLHを封止部32で塞ぐことができる。

【0066】

その後、図9(c)に示すように、第1実施形態と同様に、図9(b)の構造体から基板10を除去する。

【0067】

これにより、第2実施形態の光導波路1aが得られる。第2実施形態の光導波路1aにおいても第1実施形態と同様に配線基板に実装された発光素子及び受光素子が光結合される。第2実施形態の光導波路1aは第1実施形態の光導波路1と同様な効果を奏する。

【0068】

(第3の実施の形態)

図10は第3実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図、図11は図10(b)の光導波路を配線基板に接続する様子を示す断面図、図12は第3実施形態の光導波路装置を示す断面図である。

【0069】

第3実施形態の特徴は、光導波路を製造する際に封止層を形成せずに、光導波路の光路変換ホール側の面を配線基板の上に接着層を介して接着することにより、光路変換ホールを接着層で気密封止することにある。

【0070】

第3実施形態では、第1実施形態と同一工程及び同一要素については同一符号を付してその詳しい説明を省略する。

【0071】

図10(a)に示すように、第1実施形態と同様な方法により、前述した図5と同一の構造体を得る。次いで、図10(b)に示すように、第3実施形態では封止層30又は封止部32を形成せずに、図10(a)の構造体から基板10を除去する。

【0072】

これにより、第3実施形態の光導波路1bが得られる。第3実施形態の光導波路1bでは、封止層30や封止部32が設けられずに光路変換ホールLHが開放された構造となる。

【0073】

次いで、図11に示すように、剛性を有するリジッドタイプの配線基板6を用意する。配線基板6では、ガラスエポキシ樹脂などの絶縁基板50の両面側に電気配線として機能する配線層52がそれぞれ形成されている。

【0074】

絶縁基板50にはスルーホールTHが設けられており、スルーホールTH内には貫通電極54が充填されている。両面側の配線層52は貫通電極54を介して相互接続されている。さらに、絶縁基板50の周縁部にはソルダレジスト56が枠状に形成されている。

【0075】

そして、上記した図10(b)の光導波路1bを上下反転させて、接着層58を介して光導波路1bの光路変換ホールLH側の面を配線基板6に接着する。接着層58としては半硬化状態の樹脂フィルム又は液状樹脂が使用され、配線基板6の上に光導波路1bを配置した後に加熱処理して硬化させることにより、光導波路1bを接着層58で固定することができる。

【0076】

これにより、図12に示すように、光導波路1bの光路変換ホールLH内の空気層Aが接着層58によって気密封止される。接着層58は、光導波路1bを配線基板6に固定する接着剤として機能すると共に、光導波路1bの光路変換ホールLH内の空気層Aを封止

10

20

30

40

50

する封止層として機能する。

【0077】

さらに、第1実施形態と同様に、光導波路1bの第1光経路L1の一端側（左側）の光路変換傾斜面Sに光結合するように、第1発光素子40が配線基板6の接続パッド（不図示）に接続されて実装される。また、第1実施形態と同様に、光導波路1bの第1光経路L1の他端側（右側）の光路変換傾斜面Sに光結合するように、第1受光素子42が配線基板6の接続パッド（不図示）に接続されて実装される。

【0078】

光導波路1bの第2光経路L2においても、上記した第1光経路L1と同様な構成で第2発光素子40a及び第2受光素子42aが光導波路1bの光路変換傾斜面Sに光結合するように配線基板6に実装される。

10

【0079】

これにより、第3実施形態の光導波路装置2aが得られる。

【0080】

第3実施形態においても、第1実施形態と同様な経路で第1発光素子40から第1受光素子42に光が伝播される。また、光導波路1bの第2光経路L2においても第1光経路L1と同様な光経路で第2発光素子40aから第2受光素子42aに光が伝播される。

【0081】

第3実施形態の光導波路1bは第1実施形態の光導波路1と同様な効果を奏する。これに加えて、第3実施形態では、光導波路1bの光路変換ホールLH側の面を配線基板6に接着層58で接着するので、接着層58を封止層として兼ねることができ、光導波路の製造工程において封止層の形成を省略することができる。

20

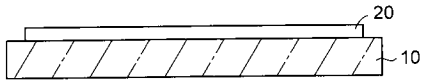
【符号の説明】

【0082】

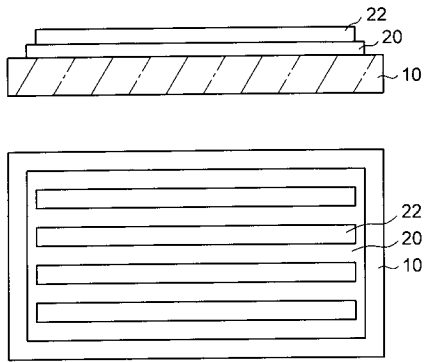
1, 1a, 1b ... 光導波路、2, 2a ... 光導波路装置、5, 6 ... 配線基板、7 ... 光透過用開口部、9 ... ノズル、10 ... 基板、20 ... 第1クラッド層、22 ... コア層、22x ... 溝部、24 ... 第2クラッド層、24a ... 感光性樹脂層、30 ... 封止層、32 ... 封止部、32a ... 樹脂材、40 ... 第1発光素子、40a ... 第2発光素子、42 ... 第1受光素子、42a ... 第2受光素子、50 ... 絶縁基板、52 ... 配線層、54 ... 貫通電極、56 ... ソルダレジスト、A ... 空気層、S ... 光路変換傾斜面、LH ... 光路変換ホール、TH ... スルーホール。

30

【図 1】

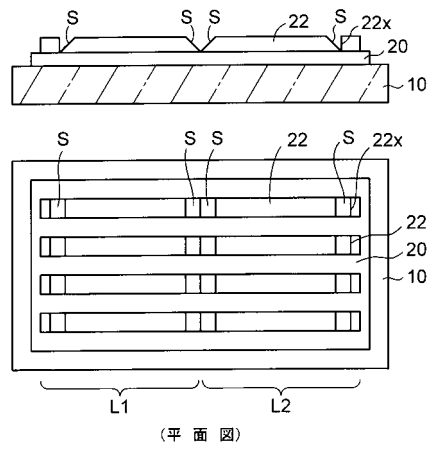


【図 2】



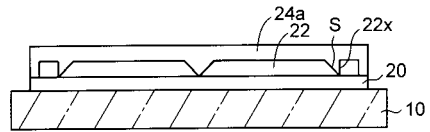
(平面図)

【図 3】

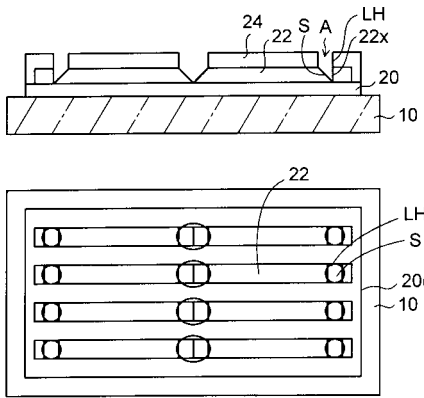


(平面図)

【図 4】

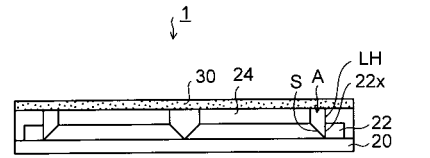


【図 5】

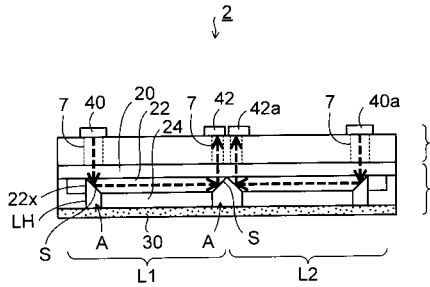


(平面図)

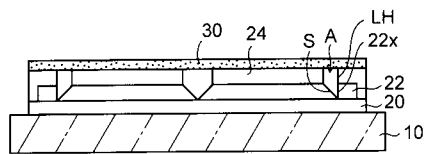
【図 7】



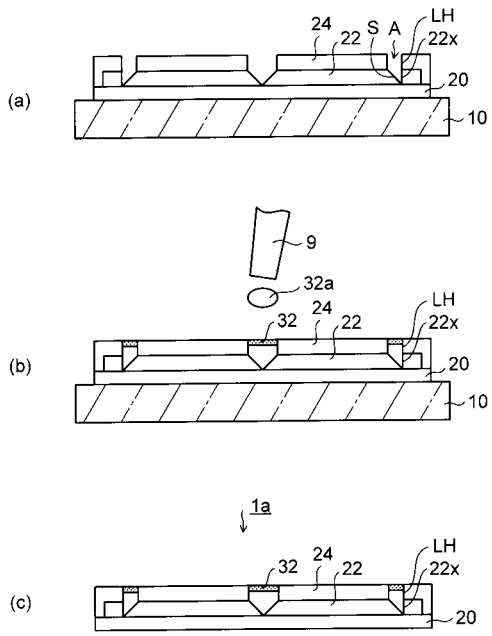
【図 8】



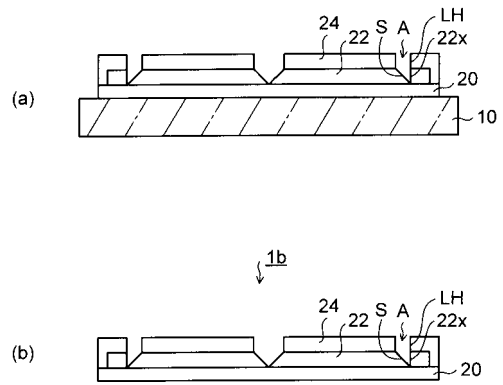
【図 6】



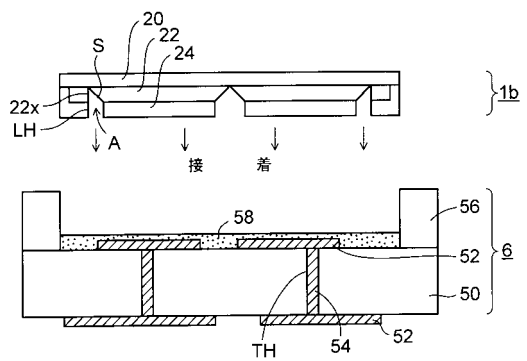
【図9】



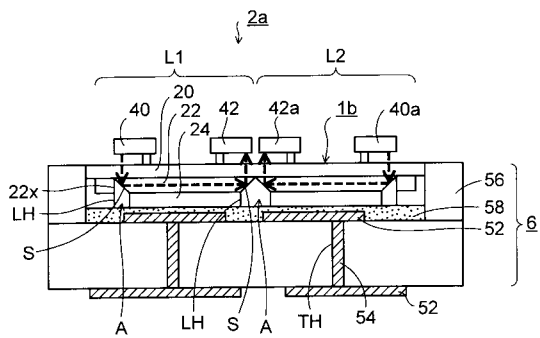
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 和尚  
長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内

審査官 高 芳徳

(56)参考文献 特開2009-258563(JP,A)  
特開2009-025726(JP,A)  
特開2010-078882(JP,A)  
特開2008-046638(JP,A)  
特開2006-047894(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 6/12 - 6/43