

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5479310号  
(P5479310)

(45) 発行日 平成26年4月23日 (2014. 4. 23)

(24) 登録日 平成26年2月21日 (2014. 2. 21)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 6/13 (2006. 01)

G O 2 B 6/12

M

G O 2 B 6/42 (2006. 01)

G O 2 B 6/42

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-269941 (P2010-269941)  
 (22) 出願日 平成22年12月3日 (2010. 12. 3)  
 (65) 公開番号 特開2012-118424 (P2012-118424A)  
 (43) 公開日 平成24年6月21日 (2012. 6. 21)  
 審査請求日 平成25年6月20日 (2013. 6. 20)

(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  
 (74) 代理人 100091672  
 弁理士 岡本 啓三  
 (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  
 (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  
 (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】 光導波路及びその製造方法と光導波路装置

(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、光経路の端側に開口部が設けられたコア層と、

基板部と、前記基板部の中央部に設けられ、光路変換傾斜面と前記光路変換傾斜面と交差する垂直な側壁面とを備えた横置き三角柱形状の突出部とを備えた不透明な樹脂から形成された樹脂立体部と、前記突出部の光路変換傾斜面及び側壁面と前記基板部の表面とを被覆し、光路変換ミラーとなる金属層とを有する光路変換部品であって、前記光路変換部品の基板部の表面に形成された前記金属層が前記コア層の上面に接すると共に、前記光路変換部品の突出部の側壁面に形成された前記金属層が前記コア層の開口部の側壁と接して配置された前記光路変換部品と、

前記第1クラッド層、前記コア層及び前記光路変換部品の基板部を被覆する第2クラッド層とを有し、

前記コア層を伝播する光は前記光路変換ミラーにより前記第1クラッド層側に光路変換されることを特徴する光導波路。

【請求項 2】

前記光路変換部品の突出部は、前記第1クラッド層と同一樹脂又は屈折率が同一の樹脂からなる接着剤によって前記コア層の開口部に接着されていることを特徴とする請求項1に記載の光導波路。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 の光導波路と、

前記光導波路の前記第 2 クラッド層側に配置された配線基板と、

前記配線基板に実装され、前記光導波路の一端側の前記光路変換ミラーに光結合される発光素子と、

前記配線基板に実装され、前記光導波路の他端側の前記光路変換ミラー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 4】**

前記光導波路の前記第 2 クラッド層は接着剤として機能し、前記光導波路は前記第 2 クラッド層によって前記配線基板に接着されていることを特徴とする請求項 3 に記載の光導波路装置。

10

**【請求項 5】**

基板部とその中央部に突出して光路変換傾斜面を備える突出部とを備えた樹脂立体部と、前記突出部を被覆する金属層とを有し、前記光路変換傾斜面の前記金属層が光路変換ミラーとなる光路変換部品であって、

前記光路変換部品の突出部は、前記光路変換傾斜面と側壁面とが交差した横置き三角柱形状からなり、前記金属層は、前記突出部の光路変換傾斜面及び側壁面と、前記基板部の表面とに設けられており、前記側壁面は垂直面となっており、前記樹脂立体部は不透明な樹脂から形成されることを含む前記光路変換部品と、

第 1 クラッド層の上にコア層が形成され、前記コア層の光経路の端側に開口部が設けられた構造体とを用意する工程と、

20

前記樹脂立体部の基板部の上に形成された前記金属層が前記コア層の上面に接し、かつ、前記突出部の側壁面が前記コア層の開口部の側壁と接するように、前記コア層の開口部に、前記光路変換部品の前記光路変換傾斜面を前記光経路側に向けて前記光路変換部品の前記突出部を固定することにより、前記コア層の前記開口部に前記光路変換ミラーを配置する工程と、

前記第 1 クラッド層、前記コア層及び前記樹脂立体部の基板部を被覆する第 2 クラッド層を形成する工程とを有し、

前記コア層を伝播する光は前記光路変換ミラーにより前記第 1 クラッド層側に光路変換されることを特徴とする光導波路の製造方法。

30

**【請求項 6】**

前記光路変換部品を用意する工程は、

樹脂を一体成形することにより、基板の上に複数の前記突出部が並んで形成された樹脂立体部材を作成する工程と、

前記樹脂立体部材の前記突出部側の面に前記金属層を形成する工程と、

前記突出部の間の領域で前記金属層から前記基板まで切断することにより前記光路変換部品を得る工程とを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の光導波路の製造方法。

**【請求項 7】**

前記光路変換部品の突出部を固定する工程において、

40

少なくとも前記コア層の開口部に、前記第 1 クラッド層と同一樹脂又は屈折率が同一の樹脂からなる接着剤を形成し、前記光路変換部品の前記突出部を前記接着剤に押し込んで接着することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の光導波路の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

光導波路及びその製造方法とその光導波路を用いた光導波路装置に関する。

**【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

50

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。

【 0 0 0 3 】

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。

【 0 0 0 4 】

光導波路の製造方法の一例では、まず、基板の上に、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。次いで、上部クラッド層側からコア層を分断するように加工することにより傾斜面を備えた溝部を形成する。さらに、溝部にマスク蒸着などにより金属層を部分的に形成して光路変換ミラーを得る。

【 0 0 0 5 】

そして、溝部の傾斜面の金属層（光路変換ミラー）によっ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 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 7 0 1 4 1 号 公 報

【 特許文献 2 】 特許第 4 2 3 4 0 6 1 号

【 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、光導波路を加工して傾斜面を備えた溝部を形成した後に、溝部のみに金属層を部分的に形成している。このため、光路変換部を形成する際に時間がかかって製造効率が悪いと共に、マスク蒸着などの特別な成膜装置が必要になるのでコスト高を招く問題がある。

【 0 0 0 8 】

傾斜面に配置される金属層を光路変換ミラーとして使用する光導波路及びその製造方法と光導波路装置において、製造効率よく低コストで光路変換部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 0 9 】

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、光経路の端側に開口部が設けられたコア層と、基板部と、前記基板部の中央部に設けられ、光路変換傾斜面と前記光路変換傾斜面と交差する垂直な側壁面とを備えた横置き三角柱形状の突出部とを備えた不透明な樹脂から形成された樹脂立体部と、前記突出部の光路変換傾斜面及び側壁面と前記基板部の表面とを被覆し、光路変換ミラーとなる金属層とを有する光路変換部品であって、前記光路変換部品の基板部の表面に形成された前記金属層が前記コア層の上面に接すると共に、前記光路変換部品の突出部の側壁面に形成された前記金属層が前記コア層の開口部の側壁と接して配置された前記光路変換部品と、前記第 1 クラッド層、前記コア層及び前記光路変換部品の基板部を被覆する第 2 クラッド層とを有し、前記コア層を伝播する光は前記光路変換ミラーにより前記第 1 クラッド層側に光路変換されることを特徴する。

【 0 0 1 0 】

また、その開示の他の観点によれば、基板部とその中央部に突出して光路変換傾斜面を備える突出部とを備えた樹脂立体部と、前記突出部を被覆する金属層とを有し、前記光路変換傾斜面の前記金属層が光路変換ミラーとなる光路変換部品であって、前記光路変換部品の突出部は、前記光路変換傾斜面と側壁面とが交差した横置き三角柱形状からなり、前記金属層は、前記突出部の光路変換傾斜面及び側壁面と、前記基板部の表面とに設けられており、前記側壁面は垂直面となっており、前記樹脂立体部は不透明な樹脂から形成され

10

20

30

40

50

ることを含む前記光路変換部品と、第1クラッド層の上にコア層が形成され、前記コア層の光経路の端側に開口部が設けられた構造体とを用意する工程と、前記樹脂立体部の基板部の上に形成された前記金属層が前記コア層の上面に接し、かつ、前記突出部の側壁面が前記コア層の開口部の側壁と接するように、前記コア層の開口部に、前記光路変換部品の前記光路変換傾斜面を前記光経路側に向けて前記光路変換部品の前記突出部を固定することにより、前記コア層の前記開口部に前記光路変換ミラーを配置する工程と、前記第1クラッド層、前記コア層及び前記樹脂立体部の基板部を被覆する第2クラッド層を形成する工程とを有し、前記コア層を伝播する光は前記光路変換ミラーにより前記第1クラッド層側に光路変換される光導波路の製造方法が提供される。

【発明の効果】

10

【0011】

以下の開示によれば、光導波路の光路変換部を形成する際に、外面側に光路変換ミラーを備える光路変換部品をコア層の開口部に搭載する手法を採用し、コア層を伝播する光が光路変換部品の光路変換ミラーで第1クラッド層側に光路変換されるようにしている。

【0012】

このため、従来技術より、光路変換部の形成工程を簡略化することができ、タクト時間や製造コストを大幅に低減することができる。光路変換部品の内部は光経路とならないので、内部の光学特性を考慮することなく、低コストで光路変換部品を作成することができる。

【0013】

20

また、好適な態様では、光路変換部品は、樹脂の一体成形に基づいて形成されることから、平滑度の高い光路変換ミラーを形成できるので、良好な光反射特性が得られ、発光素子や受光素子を信頼性よく光導波路に光結合させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1(a)及び(b)は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は実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図及び斜視図(その2)である。

【図3】図3(a)及び(b)は実施形態の光導波路の製造方法を示す断面図及び斜視図(その3)である。

30

【図4】図4は実施形態の光導波路の製造方法で使用する別の光路変換部品を示す斜視図である。

【図5】図5(a)及び(b)は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4)である。

【図6】図6は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7】図7(a)及び(b)は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6)である。

【図8】図8は実施形態の光導波路を示す断面図である。

40

【図9】図9は図8の光導波路を使用する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】

【0015】

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。

【0016】

(実施の形態)

図1～図7は実施形態の光導波路の製造方法を示す図、図8は実施形態の光導波路を示す断面図である。

【0017】

本実施形態の光導波路の製造方法では、図1(a)に示すように、まず、樹脂立体部材

50

を形成するためのモールド型 10 (金型)を用意する。後述するように、樹脂立体部材が切断されて個々の光路変換部品が得られる。

【0018】

モールド型 10 は下型 12 及び上型 14 を備えている。下側 12 はその上面側に凹部 12a が設けられている。また、上型 14 はその下面側に複数の溝 14a が並んで設けられている。上型 14 の溝 14a は、光路変換部品の光路変換傾斜面を形成するための傾斜面 14s と側壁面 14v とを備えた逆 V 字形状からなる。

【0019】

上型 14 の溝 14a は、図 1 (a) の奥行き方向に延在してそれぞれ設けられている。溝 14a の傾斜面 14s は、水平方向に対して所定の角度 (好ましくは  $45^{\circ}$ ) で傾いて形成されている。

10

【0020】

図 1 (a) では、溝 14a の側壁面 14v は垂直面となっているが、多少傾いて形成されていてもよい。

【0021】

下型 12 の上に上型 14 を配置することにより、それらの間にキャビティ C (空洞) が設けられると共に、樹脂の供給口となる樹脂供給部 15 が設けられる。

【0022】

そして、図 1 (b) に示すように、溶融された樹脂 20x をモールド型 10 の樹脂供給部 15 を通してキャビティ C 側に流入させて、キャビティ C の全体に樹脂 20x を充填した後に硬化させる。樹脂 20x としては、熱硬化型のエポキシ樹脂又は熱硬化型のアクリル樹脂が好適に使用される。その後に、上型 14 及び下型 12 を取り外し、樹脂供給部 15 に形成された樹脂を折り取る。

20

【0023】

これにより、図 2 に示すように、モールド型 10 のキャビティ C の形状に対応する樹脂立体部材 20 が得られる。図 2 の斜視図を加えて参照すると、樹脂立体部材 20 は基板 22 とそれに繋がって上側に突出する複数の突出部 24 とを備えている。突出部 24 は光路変換傾斜面 IS と側壁面 VS とが交差して奥側に延びる横置き三角柱形状から形成される。

【0024】

30

樹脂立体部材 20 の各突出部 24 を含む部分から光路変換部品が得られる。モールド型 10 を変更することにより、光導波路の設計に合わせて任意の長さや配列数を有する突出部 24 を備えた樹脂立体部材 20 を作成することが可能である。

【0025】

また、後述するコア層 52 の開口部 52a に対応する部分のみに突出部 24 が分割されて配置された樹脂立体部材 20 を形成してもよい。

【0026】

図 1 及び図 2 では、トランスファーモールド工法によって樹脂立体部材 20 を作成する方法を例示するが、上型 14 の溝 14a 側の面に半硬化状態の樹脂フィルムを配置し、樹脂フィルムを押圧部材で押し込んだ後に硬化させることにより、樹脂立体部材 20 を作成してもよい。つまり、各種の工法によって樹脂を一体成形することにより、図 2 に示すような複数の突出部 24 を備えた樹脂立体部材 20 を作成すればよい。

40

【0027】

また、一体成形できる材料であれば、樹脂以外の材料から同様な立体部材を作成してもよい。

【0028】

次いで、図 3 (a) に示すように、スパッタ法又は蒸着法により、図 2 の樹脂立体部材 20 の突出部 24 側の全体面に光反射性の金属層 30 を形成する。光反射性の金属層 30 としては、金 (Au) 層、アルミニウム (Al) 層、又は銀 (Ag) 層などが使用され、その厚みは  $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$  に設定される。

50

## 【 0 0 2 9 】

続いて、図 3 ( b ) に示すように、金属層 3 0 が形成された樹脂立体部材 2 0 をルータやダイシングソーなどによって各突出部 2 4 の間の部分で金属層 3 0 から樹脂立体部材 2 0 の基板 2 2 を切断することにより個々の光路変換部品 5 を得る。

## 【 0 0 3 0 】

図 3 ( b ) の斜視図に示すように、光路変換部品 5 は、一方向に延在する基板部 2 2 a と、基板部 2 2 a 上の中央部にその長手方向に延在して上側に突出する突出部 2 4 とを備えて一体成形された樹脂立体部 2 0 a と、樹脂立体部 2 0 a の突出部 2 4 側の面を被覆する金属層 3 0 とを備えている。

## 【 0 0 3 1 】

光路変換部品 5 の突出部 2 4 は光路変換傾斜面 I S と側壁面 V S とを有し、光路変換傾斜面 I S に形成された金属層 3 0 が光路変換ミラー M として機能する。

## 【 0 0 3 2 】

光路変換部品 5 の光路変換傾斜面 I S は水平方向に対して所定の角度 ( 好ましくは 4 5 ° ) で傾いて形成されている。また、光路変換部品 5 の側壁面 V S は垂直面となっているが、多少傾いていてもよい。

## 【 0 0 3 3 】

本実施形態の光路変換部品 5 では、金属層 3 0 の外面側が光路変換ミラー M となるため、樹脂立体部 2 0 a ( 基板部 2 2 a 及び突出部 2 4 ) の内部は光路にならない。従って、樹脂立体部 2 0 a ( 基板部 2 2 a 及び突出部 2 4 ) は、コア層 5 2 やクラッド層 5 0 , 5 4 と同一な透明樹脂を使用するなどの光学特性を考慮する必要はなく、不透明な樹脂などの各種の樹脂材を使用することができる。

## 【 0 0 3 4 】

このため、高価な樹脂材料に限定されることなく、低コストで光路変換部品 5 を作成することができる。

## 【 0 0 3 5 】

光路変換部品 5 の突出部 2 4 はその外面に所要の光路変換傾斜面 I S を備えていればよく、突出部 2 4 の形状は図 3 ( b ) のような横置き三角柱形状の他に、台形柱が横置きになった立体形状などであってもよい。

## 【 0 0 3 6 】

また、図 4 に示すように、前述したように、図 2 の工程で後述するコア層 5 2 の開口部 5 2 a に対応する部分のみに突出部 2 4 を備えた樹脂立体部材 2 0 を作成する場合は、基板部 2 2 a 上の長手方向に突出部 2 4 が分割されて形成され、突出部 2 4 側の面が金属層 3 0 で被覆された構造の光路変換部品 5 a が得られる。

## 【 0 0 3 7 】

次に、前述した光路変換部品 5 を光導波路に搭載する方法について説明する。

## 【 0 0 3 8 】

図 5 ( a ) に示すように、まず、基板 4 0 を用意する。基板 4 0 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。次いで、基板 4 0 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 1 0 0 程度の加熱処理によって硬化させる。

## 【 0 0 3 9 】

これより、基板 4 0 上の光導波路形成領域に第 1 クラッド層 5 0 が一括パターンとして形成される。第 1 クラッド層 5 0 の厚みは 1 0 ~ 2 0 μ m 程度である。

## 【 0 0 4 0 】

第 1 クラッド層 5 0 を得るための感光性樹脂層としては、感光性エポキシ樹脂などがある。感光性樹脂層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。

## 【 0 0 4 1 】

後述するコア層及び第２クラッド層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。

【００４２】

次いで、図５（ｂ）に示すように、第１クラッド層５０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１００程度の加熱処理によって硬化させることによりコア層５２を得る。

【００４３】

図５（ｂ）の平面図に示すように、第１クラッド層５０の上に横方向に延在する帯状のコア層５２が縦方向に並んで配置される。コア層５２はその屈折率が第１クラッド層５０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。コア層５２の厚みは３０～８０μｍ程度であり、コア層５２の配置ピッチは２５０μｍ程度である。

10

【００４４】

さらに、各コア層５２は、光路変換部品５が搭載される光路変換部に開口部５２ａ（不形成部）がそれぞれ配置されて形成される。図５（ｂ）の平面図では、各コア層５２に一つの光経路Ｌが設けられる例が示されており、各コア層５２の開口部５２ａは光経路Ｌの一端側及び他端側にコア層５２に直交する帯状領域Ａに並ぶようにそれぞれ配置される。

【００４５】

このようにして、前述した光路変換部品５と、第１クラッド層５０の上に複数のコア層５２が並んで形成され、複数のコア層５２の光経路Ｌの端側に開口部５２ａが帯状領域Ａに並ぶようにそれぞれ設けられた構造体とを用意する。

20

【００４６】

次いで、図６に示すように、各コア層５２の開口部５２ａに接着剤４２を塗布する。図６の平面図では、各コア層５２の開口部５２ａが並ぶ帯状領域Ａの全てに接着剤４２を塗布しているが、各コア層５２の開口部５２ａのみに接着剤４２を部分的に塗布してもよい。

【００４７】

接着層４２は光路変換部品５の光路変換ミラーＭに接して光路変換経路となるため、接着剤４２は前述した第１クラッド層５０と同一樹脂から形成される。あるいは、接着剤４２は、第１クラッド層５０と光の屈折率が同一であればよく、第１クラッド層５０と異なる樹脂であってもよい。

30

【００４８】

続いて、図６の断面図に示すように、前述した光路変換部品５の突出部２４を下側に向け、かつ突出部２４の光路変換傾斜面ＩＳを光経路Ｌ側に向けて、光路変換部品５の突出部２４をコア層５２の開口部５２ａが並ぶ帯状領域Ａに形成された接着剤４２に押し込む。その後、加熱処理することにより接着剤４２を硬化させる。

【００４９】

これにより、図７（ａ）に示すように、光路変換部品５が複数のコア層５２の各開口部５２ａに接着剤４２で固定される。このとき、光路変換部品５の樹脂立体部２０ａの基板部２２ａの上に形成された金属層３０がコア層５２の上面に接して配置される。

40

【００５０】

また、光路変換部品５の突出部２４の側壁面ＶＳがコア層５２の開口部５２ａの側壁と接して配置される。このようにして、光路変換部品５の基板部２２ａがコア層５２と平行になって配置される。

【００５１】

これにより、光路変換部品５の光路変換傾斜面ＩＳがコア層５２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配置され、光路変換傾斜面ＩＳの金属層３０が光路変換ミラーＭとなる。

【００５２】

このように、本実施形態では、光路変換部を作成する際に、光路変換部品５を予め作成

50

しておき、コア層 5 2 の開口部 5 2 a に搭載する手法を採用している。このため、光導波路を切削加工して傾斜面を形成した後に、金属層を部分的に形成して光路変換部を作成する従来技術より、光路変換部の形成工程を簡略化することができ、タクト時間や製造コストを大幅に低減することができる。

【 0 0 5 3 】

従来技術では、蒸着装置のバッチ式チャンバに比較的大きな面積の光導波路基板を設置することから、1バッチで処理できるサンプル個数が少ないため、生産効率が悪く、コスト高を招く。しかも、マスクを設置する必要があるため、プロセスが煩雑になる。

【 0 0 5 4 】

しかしながら、本実施形態では、蒸着装置などで光導波路に金属層を部分的に形成する必要はなく、光路変換部品 5 を作成する際に樹脂立体部材 2 0 に金属層 3 0 をマスクレスで形成すればよい。光路変換部品 5 は光導波路の作成と同時進行で形成できるので、生産効率がよく低コスト化を図ることができる。

【 0 0 5 5 】

さらには、本実施形態の光路変換部品 5 は、前述したように樹脂の一体成形に基づいて形成されることから、平滑度の高い光路変換傾斜面 I S が得られるので、光路変換ミラー M (金属層 3 0) の光反射特性を向上させることができる。

【 0 0 5 6 】

あるいは、前述したように、コア層 5 2 の開口部 5 2 a に対応する部分のみに突出部 2 4 が分割されて配置された光路変換部品 5 a (図 4) を使用する場合は、各コア層 5 2 の開口部 5 2 a のみに光路変換部品 5 a の突出部 2 4 がそれぞれ配置されて光路変換ミラー M となる。

【 0 0 5 7 】

この場合、コア層 5 2 の間の領域に光路変換ミラー M が配置されないため、特にコア層 5 2 が狭ピッチで配置される場合、コア層 5 2 間での光干渉が生じにくい構造となる。

【 0 0 5 8 】

次いで、図 7 (b) に示すように、第 1 クラッド層 5 0 及びコア層 5 2 の上に、第 2 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 1 0 0 程度の加熱処理によって硬化させる。

【 0 0 5 9 】

これより、基板 4 0 上の光導波路形成領域に、第 1 クラッド層 5 0 及びコア層 5 2 を被覆する第 2 クラッド層 5 4 が一括パターンとして形成される。

【 0 0 6 0 】

以上により、コア層 5 2 が第 1 クラッド層 5 0 及び第 2 クラッド層 5 4 で囲まれた構造体を得られる。

【 0 0 6 1 】

次いで、図 8 に示すように、図 7 (b) の構造体から基板 4 0 を除去することにより第 1 クラッド層 5 0 の下面を露出させる。基板 4 0 はポリカーボネート樹脂などからなり、第 1 クラッド層 5 0 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。

【 0 0 6 2 】

以上により、本実施形態の光導波路 1 が得られる。

【 0 0 6 3 】

以上説明したように、本実施形態の光導波路の製造方法では、光路変換部品 5 と光導波路 1 を別々に作成し、それらを組み合わせることにより光路変換ミラー M を得る。このため、従来技術と比較して光路変換部を形成する工程を格段に簡略化することができ、低コスト化を図ることができる。

【 0 0 6 4 】

図 8 に示すように、本実施形態の光導波路 1 では、第 1 クラッド層 5 0 の上に横方向に延在する帯状のコア層 5 2 が縦方向に並んで配置されている (図 7 (a) の平面図)。

【 0 0 6 5 】



そして、光経路 L の両端側のコア層 5 2 に開口部 5 2 a がそれぞれ形成されている。コア層 5 2 の開口部 5 2 a は複数のコア層 5 2 に直交する帯状領域 A ( 図 5 ( b ) の平面図 ) に並ぶように配置されている。

【 0 0 6 6 】

コア層 5 2 の開口部 5 2 a に接着剤 4 2 によって前述した光路変換部品 5 の突出部 2 4 が接着されている。光路変換部品 5 はその突出部 2 4 の光路変換傾斜面 I S が光経路 L 側を向いて配置されている。

【 0 0 6 7 】

光路変換部品 5 の突出部 2 4 の光路変換傾斜面 I S に形成された金属層 3 0 が光路変換ミラー M として機能する。

10

【 0 0 6 8 】

前述した図 4 の光路変換部品 5 a を使用する場合は、コア層 5 2 の開口部 5 2 a のみに光路変換部品 5 の突出部 2 4 が配置されて光路変換ミラー M となる。

【 0 0 6 9 】

さらに、第 1 クラッド層 5 0、コア層 5 2 及び光路変換部品 5 を被覆する第 2 クラッド層 5 4 が形成されている。このように、光導波路 1 は、コア層 5 2 が第 1 クラッド層 5 0 及び第 2 クラッド層 5 4 に囲まれた構造を有する。

【 0 0 7 0 】

そして、光路変換部品 5 の光路変換傾斜面 I S の光路変換ミラー M ( 金属層 3 0 ) によって、コア層 5 2 を伝播する光路を第 1 クラッド層 5 0 側に 9 0 ° 変換させることができる。

20

【 0 0 7 1 】

実施形態の光導波路 1 は、前述した製造方法で製造されるので、光路変換部の構造が簡易となり、低コスト化を図ることができる。また、光路変換部品 5 は樹脂が一体成形されて得られる樹脂立体部材 2 0 から形成されるので、平滑度の高い光路変換傾斜面 I S が得られ、光路変換ミラー M の光反射特性を向上させることができる。

【 0 0 7 2 】

次に、図 8 の光導波路 1 を使用する光導波路装置について説明する。図 9 に示すように、本実施形態の光導波路装置 2 では、配線基板 6 上の中央主要部に図 8 の光導波路 1 が上下反転した状態で配置されている。

30

【 0 0 7 3 】

前述した図 8 の光導波路 1 では、第 2 クラッド層 5 4 を硬化させているが、第 2 クラッド層 5 4 を硬化させる前に配線基板 6 に光導波路 1 の第 2 クラッド 5 4 ( 樹脂フィルム ) 側の面を配置し、加熱処理して硬化させることにより配線基板 6 に光導波路 1 を接着させることができる。つまり、光導波路 1 の第 2 クラッド層 5 4 は熱硬化性のエポキシ樹脂などからなるので、接着剤としても機能する。

【 0 0 7 4 】

あるいは、前述した図 8 において第 2 クラッド層 5 4 を省略した構造体を作成し、配線基板 6 の上に第 2 クラッド層 5 4 として機能する接着樹脂層を形成する。そして、第 2 クラッド層 5 4 を省略した構造体のコア層 5 2 側の面をその接着樹脂層に配置した後に、接着樹脂層を硬化させて第 2 クラッド層 5 4 を得てもよい。この場合も、図 9 と同様に光導波路 1 の第 2 クラッド層 5 4 が接着剤として機能して配線基板 6 に接着される。

40

【 0 0 7 5 】

または、前述した図 8 のように第 2 クラッド層 5 4 を硬化させて光導波路 1 を得た後に、光導波路 1 の第 2 クラッド層 5 4 側の面を別の接着剤で配線基板 6 に固定してもよい。

【 0 0 7 6 】

配線基板 6 では、ガラスエポキシ樹脂などの絶縁基板 6 0 の両面側に電気配線として機能する配線層 6 2 がそれぞれ形成されている。絶縁基板 6 0 にはスルーホール T H が設けられており、スルーホール T H 内には貫通電極 6 4 が充填されている。両面側の配線層 6 2 は貫通電極 6 4 を介して相互接続されている。

50

## 【 0 0 7 7 】

さらに、絶縁基板 6 0 の上面側の周縁部にソルダレジスト 6 6 が棒状に形成されており、配線層 6 2 の接続部上にソルダレジスト 6 6 の開口部 6 6 a が設けられている。また、絶縁基板 6 0 の下面側に、配線層 6 2 の接続部上に開口部 6 7 a が設けられたソルダレジスト 6 7 が形成されている。

## 【 0 0 7 8 】

絶縁基板 6 0 の下面側の配線層 6 2 の接続部を外部接続用ランドとしてもよいし、配線層 6 2 の接続部にはんだボールを搭載するなどして外側に突出する外部接続端子を設けてもよい。

## 【 0 0 7 9 】

そして、光導波路 1 の光経路 L の一端側（左側）の光路変換ミラー M に光結合されるように、発光素子 7 0 が配線基板 6 の上面側の配線層 6 2 の接続部にバンプ電極 7 2（金バンプなど）によって接続されて実装されている。

## 【 0 0 8 0 】

発光素子 7 0 はその発光面 7 0 a が下側を向いた状態で実装される。発光素子 7 0 として、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 8 1 】

発光素子 7 0 の下側の隙間にはアンダーフィル樹脂 7 4 が充填されている。アンダーフィル樹脂 7 4 は光経路となるので第 1 及び第 2 クラッド層 5 0 , 5 4 と同一樹脂から形成される。あるいは、アンダーフィル樹脂 7 4 は第 1 及び第 2 クラッド層 5 0 , 5 4 と異なる樹脂であっても光の屈折率が同一であればよい。

## 【 0 0 8 2 】

また、光導波路 1 の光経路 L の他端側（右側）の光路変換ミラー M に光結合されるように、受光素子 8 0 が配線基板 6 の上面側の配線層 6 2 の接続部にバンプ電極 8 2（金バンプなど）によって接続されて実装されている。受光素子 8 0 はその受光面 8 0 a が下側を向いた状態で実装される。

## 【 0 0 8 3 】

受光素子 8 0 として、フォトダイオードが好適に使用される。受光素子 8 0 の下側の隙間にはアンダーフィル樹脂 7 4 a が充填されている。受光素子 8 0 の下側のアンダーフィル樹脂 7 4 a においても、光経路となるため第 1 及び第 2 クラッド層 5 0 , 5 4 と同一樹脂、あるいは光の屈折率が同一の樹脂から形成される。

## 【 0 0 8 4 】

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（C P U など）から出力される電気信号が発光素子 7 0 に供給され、発光素子 7 0 の発光面 7 0 a から下側に光が出射される。

## 【 0 0 8 5 】

発光素子 7 0 から出射される光は、アンダーフィル樹脂 7 4、第 1 クラッド層 5 0 及び接着剤 4 2 を透過して光路変換部品 5 の光路変換ミラー M に到達する。さらに、光路変換ミラー M で光が反射され、光路が 9 0 ° 変換されてコア層 5 2 に入射する。

## 【 0 0 8 6 】

次いで、コア層 5 2 に入射した光は、コア層 5 2 内で全反射を繰り返して伝播し、他端側の光路変換部品 5 の光路変換ミラー M に到達する。そして、他端側の光路変換ミラー M で光が反射されて光路が 9 0 ° 変換され、接着剤 4 2、第 1 クラッド層 5 0 及びアンダーフィル樹脂 7 4 a を透過して受光素子 8 0 の受光面 8 0 a に光が入射される。

## 【 0 0 8 7 】

受光素子 8 0 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（メモリなど）に電気信号が供給される。

## 【 0 0 8 8 】

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 と平滑な光路変換ミ

10

20

30

40

50

ラーMとを備えているので、発光素子70及び受光素子80と光導波路1とを信頼性よく光結合することができる。また、光導波路1の光路変換部は簡易な方法で形成されるので、光導波路装置2を低コストで製造することができる。

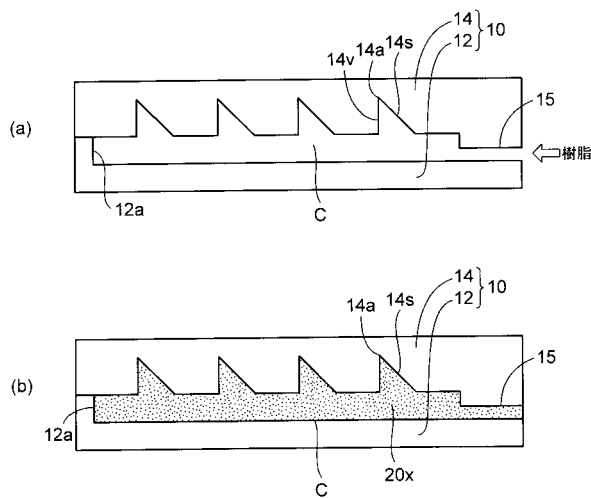
【符号の説明】

【0089】

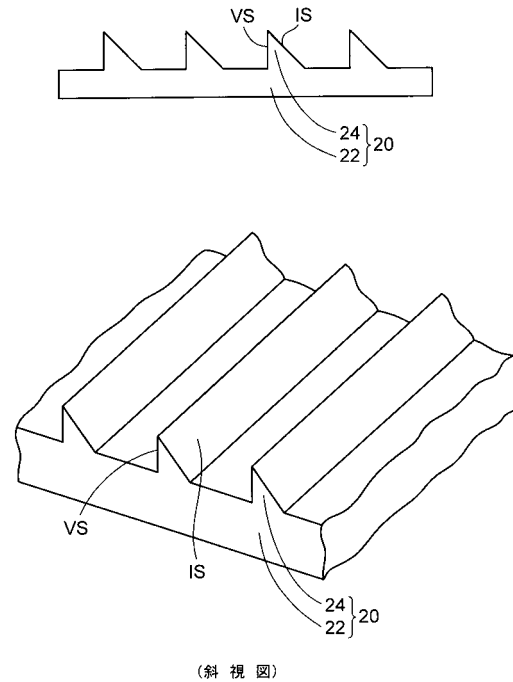
1...光導波路、2...光導波路装置、5, 5a...光路変換部品、6...配線基板、10...モールド型、12...下型、12a...凹部、14...上型、14a...溝、14s...傾斜面、14v, VS...側壁面、20...樹脂立体部材、20x...樹脂、20a...樹脂立体部、22, 40...基板、22a...基板部、24...突出部、30...金属層、42...接着剤、50...第1クラッド層、52...コア層、52a, 66a, 67a...開口部、54...第2クラッド層、60...絶縁基板、62...配線層、64...貫通電極、66, 67...ソルダレジスト、70...発光素子、70a...発光面、72, 82...パンプ電極、74, 74a...アンダーフィル樹脂、80...受光素子、80a...受光面、A...帯状領域、IS...光路変換傾斜面、M...光路変換ミラー、TH...スルーホール。

10

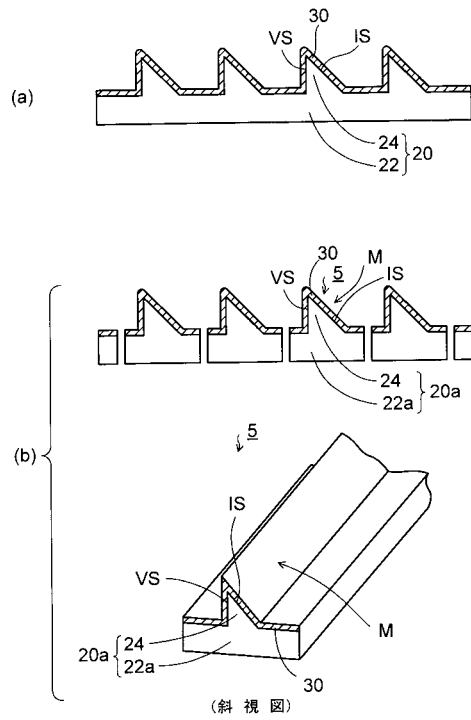
【図1】



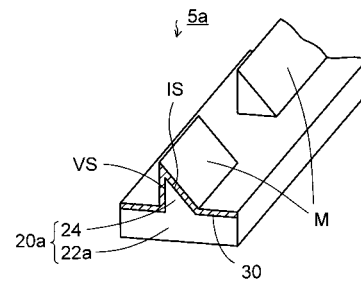
【図2】



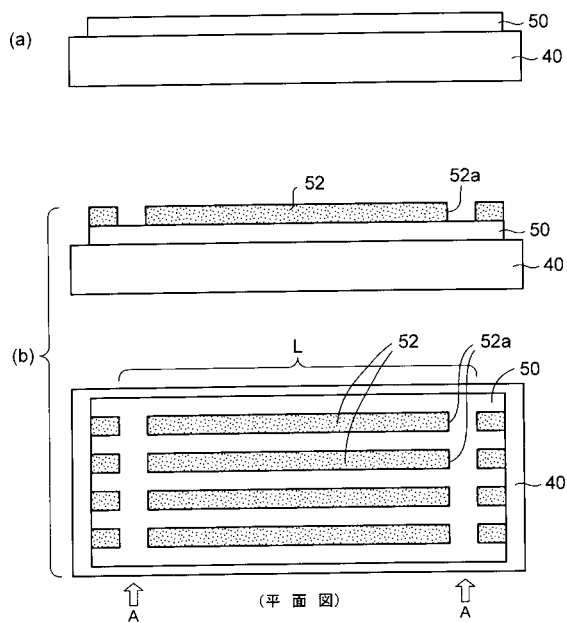
【図 3】



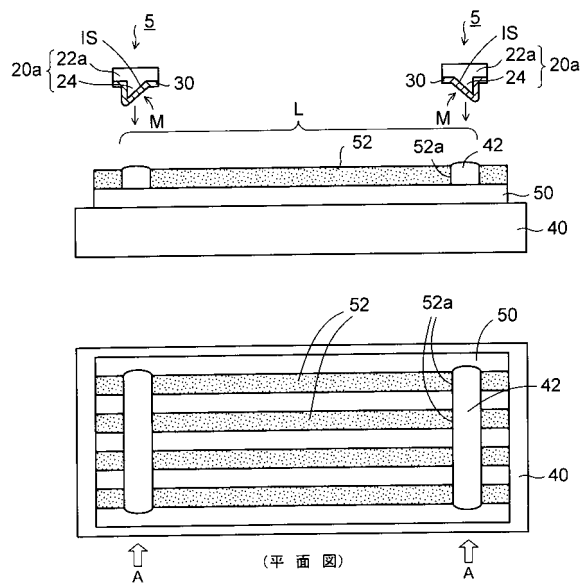
【図 4】



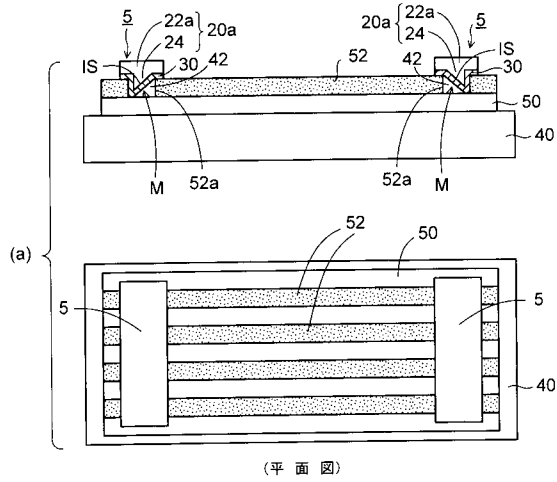
【図 5】



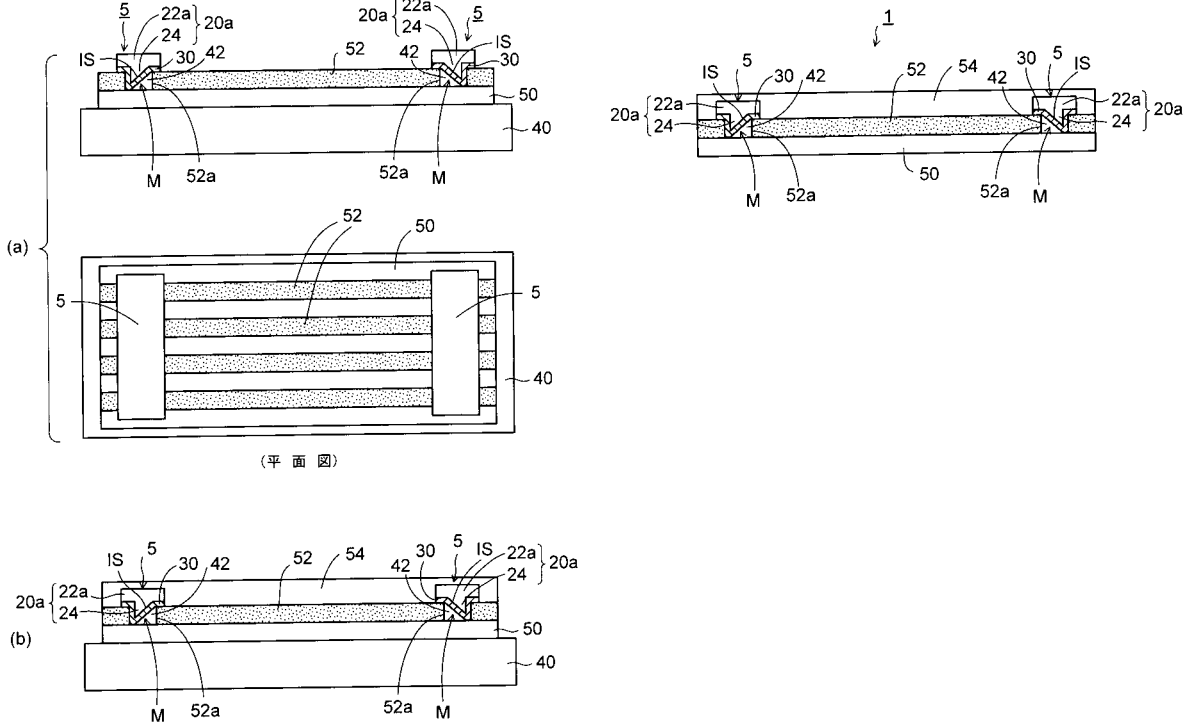
【図 6】



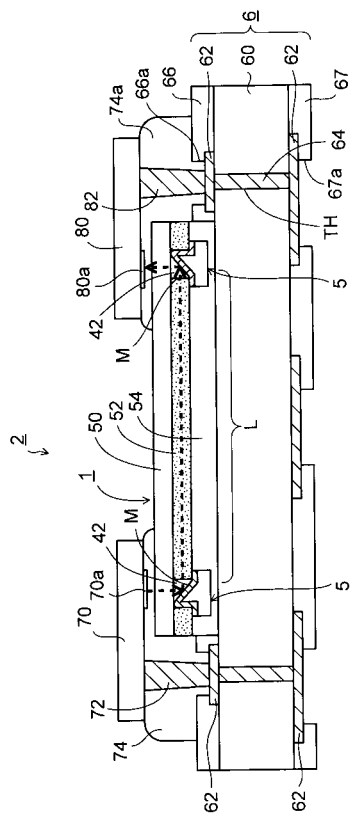
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 貴功  
長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内

審査官 林 祥恵

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 7 5 4 1 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 2 6 2 1 1 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 0 7 0 1 4 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 0 6 9 6 5 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 2 6 4 1 6 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
G 0 2 B 6 / 1 2 - 6 / 1 4  
G 0 2 B 6 / 4 2