

(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2010-190994  
(P2010-190994A)

(43) 公開日 平成22年9月2日(2010.9.2)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)	
<b>GO2B</b>	<b>6/42</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B	6/42	2H137
<b>GO2B</b>	<b>6/122</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B	6/12	B 2H147
<b>HO1S</b>	<b>5/022</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1S	5/022	5F173

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-32997(P2009-32997)  
(22) 出願日 平成21年2月16日(2009.2.16)

(71) 出願人 000003964  
日東電工株式会社  
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号  
(74) 代理人 100079382  
弁理士 西藤 征彦  
(74) 代理人 100123928  
弁理士 井▲崎▼ 愛佳  
(74) 代理人 100136308  
弁理士 西藤 優子  
(72) 発明者 程野 将行  
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内  
Fターム(参考) 2H137 AA11 AB11 BA55 BB03 BB12  
BB32 BC51 CA20F CA57 CC05  
EA02 EA04

最終頁に続く

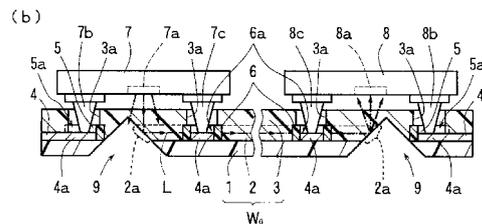
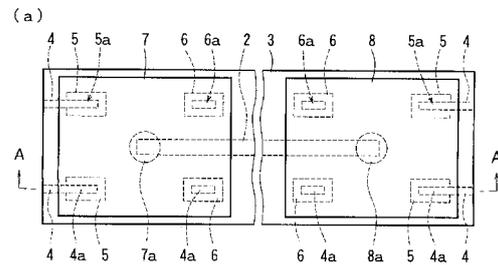
(54) 【発明の名称】 光電気混載モジュールおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光学素子とコア端部との間の距離を短縮し、両者間の光結合効率を向上させることができる光電気混載モジュールおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 光導波路部分と、電気回路部分と、この電気回路部分に実装された発光素子7および受光素子8とを備えた光電気混載モジュールであって、上記光導波路部分が、アンダークラッド層1と、このアンダークラッド層1の表面に、光路用の線状のコア2と、このコア2を被覆するオーバークラッド層3とを備え、電気回路4が、上記アンダークラッド層1のコア2形成部分以外の表面部分に形成されている。

【選択図】 図1



- 1 : アンダークラッド層
- 2 : コア
- 3 : オーバークラッド層
- 4 : 電気回路
- 7 : 発光素子
- 8 : 受光素子

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光導波路部分と、電気回路部分と、この電気回路部分に実装された光学素子とを備えた光電気混載モジュールであって、上記光導波路部分が、アンダークラッド層と、このアンダークラッド層の表面に、光路用の線状のコアと、このコアを被覆するオーバークラッド層とを備え、上記電気回路部分が、基板レスの状態、上記アンダークラッド層のコア形成部分以外の表面部分に形成されていることを特徴とする光電気混載モジュール。

## 【請求項 2】

上記光学素子が、オーバークラッド層上に位置決めされ、オーバークラッド層に形成された透孔を介して光学素子のパンプにより上記電気回路部分に電氣的に接続されている請求項 1 記載の光電気混載モジュール。

10

## 【請求項 3】

上記光学素子が、アンダークラッド層上に位置決めされ、光学素子のパンプにより上記電気回路部分に電氣的に接続されている請求項 1 記載の光電気混載モジュール。

## 【請求項 4】

上記アンダークラッド層の表面に、光学素子のパンプを位置決めするパンプ位置決めガイドが、上記コアの端部に対して所定の位置に形成され、上記光学素子のパンプが、上記パンプ位置決めガイドを利用して位置決めされている請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の光電気混載モジュール。

## 【請求項 5】

光導波路部分と、電気回路部分と、この電気回路部分に実装された光学素子とを備えた光電気混載モジュールの製造方法であって、上記光導波路部分の作製が、アンダークラッド層を形成する工程と、このアンダークラッド層の表面に、光路用の線状のコアを形成する工程と、このコアを被覆するようオーバークラッド層を形成する工程とを備え、上記電気回路部分の作製が、基板レスの状態、上記アンダークラッド層のコア形成部分以外の表面部分に行われることを特徴とする光電気混載モジュールの製造方法。

20

## 【請求項 6】

上記光学素子の実装が、光学素子をオーバークラッド層上に位置決めし、オーバークラッド層に形成した透孔を介して光学素子のパンプにより上記電気回路部分に電氣的に接続する工程を備えている請求項 5 記載の光電気混載モジュールの製造方法。

30

## 【請求項 7】

上記光学素子の実装が、光学素子をアンダークラッド層上に位置決めし、光学素子のパンプにより上記電気回路部分に電氣的に接続する工程を備えている請求項 5 記載の光電気混載モジュールの製造方法。

## 【請求項 8】

上記アンダークラッド層の表面にパンプ位置決めガイドを形成する工程を備えており、上記光学素子の実装が、その光学素子のパンプを、上記パンプ位置決めガイドを利用して位置決めする工程を備えている請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載の光電気混載モジュールの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光導波路部分と、電気回路部分と、この電気回路部分に実装された光学素子と備えた光電気混載モジュールおよびその製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

光電気混載モジュールは、例えば、図 8 に示すように、基板 15 の表面に電気回路 14 を形成した電気回路部分  $E_1$  と、アンダークラッド層 11, コア 12, オーバークラッド層 13 をこの順に形成した光導波路部分  $W_1$  とを個別に作製し、その光導波路部分  $W_1$  のオーバークラッド層 13 の表面に、接着剤 16 により、上記電気回路部分  $E_1$  の基板 15

50

の裏面を貼り合わせ、上記光導波路部分  $W_1$  のコア 12 の両端部に対応する上記電気回路部分  $E_1$  に発光素子 7 および受光素子 8 を実装して構成されている（例えば、特許文献 1 参照）。上記基板 15 には、コア 12 の端部と発光素子 7、受光素子 8 との間で光 L を伝播するための光通過用の貫通孔 15a、15b が形成されている。また、上記コア 12 の両端の近傍部には、逆 V 字状の切欠部 19 が形成されており、その逆 V 字状切欠部 19 のコア 12 側の一側面は、上記コア 12 の軸方向に対して  $45^\circ$  斜した傾斜面に形成されている。そして、その傾斜面に位置するコア 12 の端部が光反射面 12a になっている。なお、図 8 において、符号 7a は、上記発光素子 7 の発光部であり、符号 7b、7c は、上記発光素子 7 のランプである。また、符号 8a は、上記受光素子 8 の受光部であり、符号 8b、8c は、上記受光素子 8 のランプである。

10

【0003】

上記光電気混載モジュールにおける光 L の伝播を説明すると、まず、発光素子 7 の発光部 7a から光 L が下方に出射される。その光 L は、上記電気回路部分  $E_1$  の光伝播用の貫通孔 15a を通過した後、光導波路部分  $W_1$  の一端部（図 8 では左端部）のオーバークラッド層 13 を通り抜け、コア 12 の一端部に入射する。つづいて、その光 L は、コア 12 の一端部の光反射面 12a で反射して、コア 12 内を軸方向に進む。そして、その光 L は、コア 12 の他端部（図 8 では右端部）まで伝播する。つづいて、その光 L は、上記他端部の光反射面 12a で上方に反射し、オーバークラッド層 13 を通り抜けて出射され、受光素子 8 の受光部 8a で受光される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 302345 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記光 L の伝播において、上記発光素子 7 の発光部 7a から発光された光 L は、図 8 に示すように拡散する。このため、発光素子 7 とコア 12 の一端部の光反射面 12a との間の距離が長いと、場合によって、その光 L が光反射面 12a から外れコア 12 内に導かれないことがある。同様に、コア 12 の他端部の光反射面 12a で反射した光 L も拡散するため、場合によって、その光 L が受光素子 8 の受光部 8a から外れ受光されないことがある。そこで、光電気混載モジュールでは、発光素子 7、受光素子 8 等の光学素子と光導波路部分  $W_1$  のコア 12 端部の光反射面 12a との間の距離をできる限り短く設計する必要がある。

30

【0006】

しかしながら、従来の光電気混載モジュールでは、光学素子 7、8 と光導波路部分  $W_1$  との間に、基板 15 と電気回路 14 とからなる電気回路部分  $E_1$  が配置されている構成になっているため、その分、光学素子 7、8 とコア 12 の端部との間の距離が長くなっており、両者間の光結合効率が低くなっている。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、光学素子とコア端部との間の距離を短縮し、両者間の光結合効率を向上させることができる光電気混載モジュールおよびその製造方法の提供をその目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するため、本発明は、光導波路部分と、電気回路部分と、この電気回路部分に実装された光学素子とを備えた光電気混載モジュールであって、上記光導波路部分が、アンダークラッド層と、このアンダークラッド層の表面に、光路用の線状のコアと、このコアを被覆するオーバークラッド層とを備え、上記電気回路部分が、基板レスの状態、上記アンダークラッド層のコア形成部分以外の表面部分に形成されている光電気混

50

載モジュールを第 1 の要旨とする。

【 0 0 0 9 】

また、本発明は、光導波路部分と、電気回路部分と、この電気回路部分に実装された光学素子とを備えた光電気混載モジュールの製造方法であって、上記光導波路部分の作製が、アンダークラッド層を形成する工程と、このアンダークラッド層の表面に、光路用の線状のコアを形成する工程と、このコアを被覆するようオーバークラッド層を形成する工程とを備え、上記電気回路部分の作製が、基板レスの状態、上記アンダークラッド層のコア形成部分以外の表面部分に行われる光電気混載モジュールの製造方法を第 2 の要旨とする。

【 0 0 1 0 】

本発明者は、光電気混載モジュールにおいて、光学素子とコア端部との間の距離を短縮すべく、電気回路部分の配置について研究を重ねた。その結果、アンダークラッド層のコア形成面に、電気回路部分を基板レスの状態に形成すると、光学素子の実装位置を、従来技術（図 8 参照）と比較して、コア端部に近づけることができることを見出し、本発明に到達した。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明の光電気混載モジュールは、電気回路部分が、アンダークラッド層のコア形成部分以外の表面部分に、基板レスの状態に形成されているため、光学素子とコア端部との間の距離を短縮することができる。このため、例えば、上記光学素子が発光素子である場合には、上記発光素子の発光部から発光した光があまり拡散しないうちに、その光を上記コアの一端部に入射させることができる。また、上記コアの他端部から光が出射される場合（上記光学素子が受光素子である場合）も同様に、コアの他端部から出射された光があまり拡散しないうちに、その光を受光素子の受光部で受光することができる。このように、本発明の光電気混載モジュールは、光学素子とコア端部との間の光結合効率が向上したものである。

【 0 0 1 2 】

特に、上記アンダークラッド層の表面に、光学素子のバンプを位置決めするバンプ位置決めガイドが、上記コアの端部に対して所定の位置に形成され、上記光学素子のバンプが、上記バンプ位置決めガイドを利用して位置決めされている場合には、コアの端部に対する光学素子の実装がより高精度になるため、光学素子とコア端部との間の光結合効率をさらに向上させることができる。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の光電気混載モジュールの製造方法は、電気回路部分の作製が、アンダークラッド層のコア形成部分以外の表面部分に、基板レスの状態で行われるため、光学素子とコア端部との間の距離を短縮することができ、両者間の光結合効率を向上させた光電気混載モジュールを製造することができる。

【 0 0 1 4 】

特に、上記アンダークラッド層の表面にバンプ位置決めガイドを形成する工程を備えており、上記光学素子の実装が、その光学素子のバンプを、上記バンプ位置決めガイドを利用して位置決めする工程を備えている場合には、光学素子の高精度な位置決めが簡単に行えるため、光電気混載モジュールの生産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 】（ a ）は、本発明の光電気混載モジュールの一実施の形態を模式的に示す平面図であり、（ b ）は、（ a ）の A - A 断面図である。

【 図 2 】（ a ）は、上記光電気混載モジュールの製造方法における光導波路部分のアンダークラッド層を形成する工程を模式的に示す説明図であり、（ b ）～（ c ）は、コアおよびバンプ位置決めガイドを形成する工程を模式的に示す説明図である。

【 図 3 】上記光電気混載モジュールの製造方法におけるコア端部近傍を拡大して示した斜

10

20

30

40

50

視図である。

【図4】(a)は、上記光電気混載モジュールの製造方法における電気回路の作製工程を模式的に示す説明図であり、(b)は、コア端部近傍を拡大して示した斜視図である。

【図5】(a)～(b)は、上記光電気混載モジュールの製造方法における光導波路部分のオーバークラッド層を形成する工程を模式的に示す説明図である。

【図6】(a)は、上記光電気混載モジュールの製造方法におけるコア端部の光反射面の形成工程を模式的に示す説明図であり、(b)は、光学素子の実装工程を模式的に示す説明図である。

【図7】(a)は、本発明の光電気混載モジュールの他の実施の形態を模式的に示す平面図であり、(b)は、(a)のB-B断面図である。

【図8】従来の光電気混載モジュールを模式的に示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

つぎに、本発明の実施の形態を図面にもとづいて詳しく説明する。

【0017】

図1(a)は、本発明の光電気混載モジュールの一実施の形態を模式的に示す平面図であり、(b)は、そのA-A断面図を示している。この光電気混載モジュールは、アンダークラッド層1の表面に、光路用の線状のコア2と、このコア2形成部分以外のアンダークラッド層1表面部分に、基板を介することなく直接、電気回路(基板レスの電気回路部分)4とが形成されている。なお、本発明では、この、基板を介することなく直接アンダークラッド層の表面に電気回路が形成された状態を、従来の、基板を介して形成された電気回路と区別するために「基板レスの電気回路部分」という。

【0018】

上記電気回路4の一部は、光学素子(発光素子7および受光素子8)の bumps 7b, 7c, 8b, 8cを接続するための実装用パッド4aとなっており、それら実装用パッド4aは、上記コア2の両端部周辺に、そのコア2の各端部に対して所定の位置に位置決めされた状態で、4個ずつ形成されている。そして、上記各実装用パッド4aを囲むように、光学素子7, 8の bumps 7b, 7c, 8b, 8cを位置決めする bump 位置決めガイド5, 6が、アンダークラッド層1の表面に突設されている。4個の bump 位置決めガイド5, 6のうち2個は、平面視コ字状(符号5)に形成され、残りの2個は、平面視四角棒状(符号6)に形成されている。なお、図1(a)では、bumps 7b, 7c, 8b, 8cを省略している。

【0019】

さらに、上記アンダークラッド層1の表面には、上記コア2全体、実装用パッド4aを除く電気回路4の部分および中空部5a, 6aを除く bump 位置決めガイド5, 6の部分を被覆するように、オーバークラッド層3が形成されている。すなわち、そのオーバークラッド層3のうち、実装用パッド4a上に対応する部分は、透孔(貫通孔)3aに形成されている。そして、光学素子7, 8は、オーバークラッド層3上に配置され、その bumps 7b, 7c, 8b, 8cを、上記オーバークラッド層3の透孔3aに通し、上記 bump 位置決めガイド5, 6の平面視コ字状、四角棒状の中空部5a, 6aに挿入した状態で、

【0020】

また、上記アンダークラッド層1、コア2およびオーバークラッド層3により光導波路部分W<sub>0</sub>が構成されており、上記コア2の両端部に対応する部分には、逆V字状の切欠部9が形成されている。その逆V字状切欠部9のコア2側の一側面は、上記コア2の軸方向に対して45°傾斜した傾斜面に形成され、その傾斜面に位置するコア2の端部が光反射面2aになっている。その光反射面2aは、発光素子7の発行部7aの下方および受光素子8の受光部8aの下方に形成されている。

【0021】

上記光電気混載モジュールにおいて、光Lは、つぎのように伝播するようになっている

10

20

30

40

50

。すなわち、図 1 に示すように、上記発光素子 7 の発行部 7 a から下方に発光された光 L は、オーバークラッド層 3 を通り抜けた後、コア 2 の一端部に入射する。ついで、その光 L は、上記コア 2 の一端部の光反射面 2 a で反射して、コア 2 内を軸方向に進む。そして、その光 L は、コア 2 の他端部の光反射面 2 a まで伝播する。つづいて、その光 L は、上記他端部の光反射面 2 a で上方に反射し、オーバークラッド層 3 を通り抜けて出射された後、受光素子 8 の受光部 8 a で受光される。

#### 【 0 0 2 2 】

このように、上記光電気混載モジュールでは、従来のように基板を介することなく直接、アンダークラッド層 1 のコア 2 形成面に、電気回路 4 を形成することにより、光学素子 7 , 8 とコア 2 端部との間の距離を短くしている。このため、上記光伝播では、発光素子 7 の発光部から発光した光 L があまり拡散しないうちに、その光 L を上記コア 2 の一端部に入射させることができる。また同様に、コア 2 の他端部から出射された光 L があまり拡散しないうちに、その光 L を受光素子 8 の受光部 8 a で受光することができる。すなわち、上記光電気混載モジュールは、光学素子 7 , 8 とコア 2 端部との間の光結合効率を、従来に比べて大幅に向上したものとなっている。

10

#### 【 0 0 2 3 】

上記光電気混載基板モジュールは、例えば、つぎのようにして製造することができる。なお、その製造方法を示す図 2 ( a ) ~ 図 6 ( b ) のうちの断面図は、図 1 ( a ) の A - A 断面に相当する部分の断面図である。

20

#### 【 0 0 2 4 】

まず、アンダークラッド層 1 を形成する際に用いる平板状の基台 1 0 [ 図 2 ( a ) 参照 ] を準備する。この基台 1 0 の形成材料としては、例えば、ガラス、石英、シリコン、樹脂、金属等があげられる。また、基台 1 0 の厚みは、例えば、20  $\mu\text{m}$  ~ 5 mm の範囲内に設定される。

#### 【 0 0 2 5 】

ついで、図 2 ( a ) に示すように、上記基台 1 0 の表面の所定領域に、感光性エポキシ樹脂等の、アンダークラッド層 1 形成用の感光性樹脂が溶媒に溶解しているワニス塗布した後、必要に応じて、それを加熱処理 ( 5 0 ~ 1 2 0  $\times$  1 0 ~ 3 0 分間程度 ) して乾燥させ、アンダークラッド層 1 形成用の感光性樹脂層 1 A を形成する。そして、その感光性樹脂層 1 A を、紫外線等の照射線により露光することにより、アンダークラッド層 1 に形成する。アンダークラッド層 1 の厚みは、通常、1 ~ 5 0  $\mu\text{m}$  の範囲内に設定される。

30

#### 【 0 0 2 6 】

つぎに、図 2 ( b ) に示すように、上記アンダークラッド層 1 の表面に、上記アンダークラッド層 1 形成用の感光性樹脂層 1 A の形成方法と同様にして、感光性樹脂層 2 A を形成する。そして、コア 2 およびパンプ位置決めガイド 5 , 6 のパターンに対応する開口パターンが形成されているフォトマスクを介して、上記感光性樹脂層 2 A を照射線により露光する。つぎに、加熱処理を行った後、現像液を用いて現像を行うことにより、図 2 ( c ) , 図 3 [ 図 2 ( c ) のコア 2 左端部近傍を拡大して示した斜視図 ] に示すように、上記感光性樹脂層 2 A における未露光部分を溶解させて除去し、残存した感光性樹脂層 2 A をコア 2 およびパンプ位置決めガイド 5 , 6 のパターンに形成する。このようにして、1 回のフォトリソグラフィ法により、所定パターンのコア 2 とパンプ位置決めガイド 5 , 6 とを同時に形成することにより、コア 2 の端部に対して所定の位置にパンプ位置決めガイド 5 , 6 を形成する。

40

#### 【 0 0 2 7 】

このパンプ位置決めガイド 5 , 6 の配置は、実装される光学素子 7 , 8 のパンプ 7 b , 7 c , 8 b , 8 c の配置 [ 図 1 ( a ) , ( b ) 参照 ] に対応して形成される。また、パンプ位置決めガイド 5 , 6 は、平面視コ字状、四角棒状に囲う形状になっており、この形状に沿って導電ペーストを付与することにより、その導電ペーストからなる実装用パッド 4 a [ 図 4 ( a ) , ( b ) 参照 ] を正確に位置決めできるようになっている。

#### 【 0 0 2 8 】

50

上記コア2およびバンブ位置決めガイド5, 6の形成において、コア2およびバンブ位置決めガイド5, 6の厚み(高さ)は、通常、5~60 $\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。コア2の幅は、通常、5~60 $\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。また、上記バンブ位置決めガイド5, 6のうち平面視コ字状のバンブ位置決めガイド5は、上記実装用パッド4aのサイズに合わせて形成され、通常、外形寸法が縦80~200 $\mu\text{m}$ ×横80~200 $\mu\text{m}$ の範囲内に設定され、コ字状の線の幅が5~50 $\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。平面視四角枠状のバンブ位置決めガイド6は、通常、外形寸法が縦50~120 $\mu\text{m}$ ×横50~120 $\mu\text{m}$ の範囲内に設定され、四角枠状の線の幅が5~20 $\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。

#### 【0029】

なお、上記コア2およびバンブ位置決めガイド5, 6の形成材料としては、例えば、上記アンダークラッド層1と同様の感光性樹脂があげられ、上記アンダークラッド層1および下記オーバークラッド層3の形成材料よりも屈折率が高い材料が用いられる。この屈折率の調整は、例えば、上記アンダークラッド層1, コア2(バンブ位置決めガイド5, 6を含む), オーバークラッド層3の各形成材料の種類を選択や組成比率を調整して行うことができる。

10

#### 【0030】

つぎに、図4(a), (b)に示すように、上記アンダークラッド層1の表面の所定部分に、銅や銀等からなる導電ペーストを線状に形成した後、必要に応じて、それをキュア処理(150~200 $\times$ 30分間~1時間程度)し、電気回路4を形成する。この電気回路4のうち、上記バンブ位置決めガイド5, 6の平面視コ字状および平面視四角枠状の中空部5a, 6aに対応する部分は、光学素子(発光素子7および受光素子8)のバンブ7b, 7c, 8b, 8c〔図1(a), (b)参照〕が接続される実装用パッド4aである。なお、上記導電ペーストの線状形成は、例えば、スクリーン印刷, ディスペンサー, インクジェット等のいずれかの方法で行われる。また、上記電気回路4の厚みは、通常、5~100 $\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。

20

#### 【0031】

なお、前記バンブ位置決めガイド5, 6は、導電ペーストを配置する際の位置決めガイドとして作用するだけでなく、その位置に配された導電ペーストをせき止めるダム構造としての作用も果たす。

#### 【0032】

つぎに、図5(a)に示すように、上記コア2, バンブ位置決めガイド5, 6および電気回路4を被覆するように、上記アンダークラッド層1の表面に、上記アンダークラッド層1形成用の感光性樹脂層1A〔図2(a)参照〕の形成方法と同様にして、オーバークラッド層3形成用の感光性樹脂層3Aを形成する。そして、上記実装用パッド4aを被覆する感光性樹脂層3Aの部分が照射線により露光されないデザインのフォトリソマスクを介して、上記感光性樹脂層3Aを照射線により露光する。つぎに、加熱処理を行った後、現像液を用いて現像を行うことにより、図5(b)に示すように、上記感光性樹脂層3Aにおける未露光部分を溶解させて除去し、その除去部分が透孔(貫通孔)3aに形成されたオーバークラッド層3を形成する。これにより、上記実装用パッド4aが、オーバークラッド層3の透孔3aから露呈する。上記オーバークラッド層3の厚みは、通常、10~2000 $\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。なお、上記オーバークラッド層3の形成材料としては、例えば、上記アンダークラッド層1と同様の感光性樹脂があげられる。

30

40

#### 【0033】

ついで、アンダークラッド層1の裏面から基台10を剥離した後、刃先角度90°のV字型刃先のダイシングブレード等を用いて、アンダークラッド層1の裏面側から、コア2の両端部を切削し、図6(a)に示すように、コア2の両端部に対応する部分に、逆V字状の切欠部9を形成する。これにより、その逆V字のコア2部分が、45°傾斜した光反射面2aに形成される。その光反射面2aは、つぎの工程で実装される発光素子7の発行部7aの下方および受光素子8の受光部8aの下方に形成される。

#### 【0034】

50

そして、フリップチップボンダ等の実装機を用いて、図6(b)に示すように、発光素子7および受光素子8のバンプ7b, 7c, 8b, 8cを、上記オーバークラッド層3の透孔3aから、上記バンプ位置決めガイド5, 6の平面視コ字状、四角棒状の中空部5a, 6aに挿入した後、実装用パッド4aに接続し、導電ペーストや半田等を接合材料(図示せず)として、フリップチップ実装する。このようにして、目的とする光電気混載モジュール〔図1(a), (b)参照〕が得られる。

【0035】

なお、上記発光素子7としては、VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 等があげられ、受光素子8としては、PD (Photo Diode) 等があげられる。また、光学素子7, 8のバンプ7b, 7c, 8b, 8cのうち、平面視コ字状のバンプ位置決めガイド5に挿入されるバンプ7b, 8bは、電氣的に接続されるスタッドバンプであり、平面視四角棒状のバンプ位置決めガイド6に挿入されるバンプ7c, 8cは、ダミーバンプである。さらに、フリップチップ実装としては、光導波路部分W<sub>0</sub>に熱によるダメージを与えないようにする観点から、超音波によるフリップチップ実装が好ましい。

10

【0036】

上記発光素子7および受光素子8の実装において、バンプ位置決めガイド5, 6は、先に述べたように、1回のフォトリソグラフィ法により形成されているため、コア2の端部に対して所定の位置に位置決めされた状態で形成されている。このため、発光素子7および受光素子8のバンプ7b, 7c, 8b, 8cをバンプ位置決めガイド5, 6の平面視コ字状、四角棒状の中空部5a, 6aに挿入することにより、発光素子7および受光素子8の高精度な位置決めが簡単にできる。その結果、上記光電気混載モジュールの生産性が向上する。

20

【0037】

図7(a)は、本発明の光電気混載モジュールの他の実施の形態を模式的に示す平面図であり、(b)は、そのB-B断面図を示している。この光電気混載モジュールは、オーバークラッド層3がコア2のみを被覆した状態で形成されており、電気回路4およびバンプ位置決めガイド5, 6は、露呈している。そして、光学素子7, 8は、アンダークラッド層1上に配置(光学素子7, 8の一部分はオーバークラッド層3上に配置)され、そのバンプ7b, 7c, 8b, 8cを、上記オーバークラッド層3を介することなく、バンプ位置決めガイド5, 6の平面視コ字状、四角棒状の中空部5a, 6aに挿入した状態で、フリップチップ実装されている。それ以外の部分は、図1に示す上記実施の形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

30

【0038】

この実施の形態においても、図1に示す上記実施の形態と同様に、光学素子7, 8とコア2端部との間の距離が短く、光学素子7, 8とコア2端部との間の光結合効率が向上したものとなっている。さらに、バンプ位置決めガイド5, 6により、光学素子7, 8の高精度な位置決めが簡単にでき、光電気混載モジュールの生産性に優れる。

【0039】

なお、上記各実施の形態では、光学素子7, 8のバンプ7b, 7c, 8b, 8cを位置決めするためのバンプ位置決めガイド5, 6を、光学素子7, 8のバンプ7b, 7c, 8b, 8cの数と同数(上記各実施の形態では4個)形成したが、バンプ位置決めガイド5, 6の数は、光学素子7, 8のバンプ7b, 7c, 8b, 8cの数よりも少なくてもよいし、バンプ位置決めガイド5, 6を形成しなくてもよい。ただし、バンプ位置決めガイド5, 6の数を光学素子7, 8のバンプ7b, 7c, 8b, 8cの数よりも少なくすると、光学素子7, 8の高精度な位置決めに時間を要するようになるため、光電気混載モジュールの生産性に劣る。

40

【0040】

つぎに、実施例について従来例と併せて説明する。但し、本発明は、実施例に限定されるわけではない。

【実施例】

50

## 【0041】

〔アンダークラッド層およびオーバークラッド層の形成材料〕

ビスフェノキシエタノールフルオレングリシジルエーテル（成分A）35重量部、脂環式エポキシ樹脂である3',4'-エポキシシクロヘキシルメチル-3,4'-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート（ダイセル化学社製、セロキサイド2021P）（成分B）40重量部、（3',4'-エポキシシクロヘキサン）メチル-3',4'-エポキシシクロヘキシル-カルボキシレート（ダイセル化学社製、セロキサイド2081）（成分C）25重量部、4,4'-ビス〔ジ（ $\text{C}_6\text{H}_4$ -ヒドロキシエトキシ）フェニルスルフィニオ〕フェニルスルフィド-ビス-ヘキサフルオロアンチモネートの50重量%プロピオンカーボネート溶液（成分D）2重量部とを混合することにより、アンダークラッド層およびオーバークラッド層の形成材料を調製した。

10

## 【0042】

〔コアおよびパンプ位置決めガイドの形成材料〕

上記成分A：70重量部、1,3,3-トリス〔4-〔2-（3-オキセタニル）〕ブトキシフェニル〕ブタン：30重量部、上記成分D：1重量部を乳酸エチルに溶解することにより、コアならびにパンプ位置決めガイドの形成材料を調製した。

## 【0043】

〔光電気混載モジュールの製造〕

まず、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム（厚み188 $\mu\text{m}$ ）の表面に、上記アンダークラッド層の形成材料をアプリケーションにより塗布した後、2000 $\text{mJ}/\text{cm}^2$ の紫外線（波長365 $\text{nm}$ ）照射による露光を行うことにより、アンダークラッド層（厚み25 $\mu\text{m}$ ）を形成した〔図2（a）参照〕。

20

## 【0044】

ついで、上記アンダークラッド層の表面に、上記コアおよびパンプ位置決めガイドの形成材料をアプリケーションにより塗布した後、100 $\times$ 15分間の乾燥処理を行い、コア形成領域とパンプ位置決めガイド形成領域とをもつ感光性樹脂層を形成した〔図2（b）参照〕。つぎに、その上方に、コアおよびパンプ位置決めガイドのパターンと同形状の開口パターンが形成された合成石英系のクロムマスク（フォトマスク）を配置した。そして、その上方から、プロキシミティ露光法にて4000 $\text{mJ}/\text{cm}^2$ の紫外線（波長365 $\text{nm}$ ）照射による露光を行った後、80 $\times$ 15分間の加熱処理を行った。つぎに、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ブチロラクトン水溶液を用いて現像することにより、未露光部分を溶解除去した後、120 $\times$ 30分間の加熱処理を行うことにより、コア（厚み50 $\mu\text{m}$ 、幅50 $\mu\text{m}$ ）およびパンプ位置決めガイド（厚み50 $\mu\text{m}$ 、コ字状、四角棒状の線の幅15 $\mu\text{m}$ ）を形成した〔図2（c）参照〕。

30

## 【0045】

つぎに、上記アンダークラッド層の表面の所定部分に、スクリーン印刷により、銀導電ペーストを線状に形成した後、それをキュア処理し（150 $\times$ 1時間）、電気回路を形成した〔図4（a）、（b）参照〕。この電気回路のうち、上記パンプ位置決めガイドの平面視コ字状および平面視四角棒状の中空部に対応する部分は、実装用パッドとして用いられる。

40

## 【0046】

つぎに、上記コア、パンプ位置決めガイドおよび電気回路を被覆するように、上記アンダークラッド層の表面に、オーバークラッド層の形成材料をアプリケーションにより塗布した〔図5（a）参照〕。そして、上記実装用パッドを被覆する感光性樹脂層が露光されないデザインのフォトマスクを介して、2000 $\text{mJ}/\text{cm}^2$ の紫外線（波長365 $\text{nm}$ ）照射による露光を行った後、120 $\times$ 15分間の加熱処理を行った。つぎに、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ブチロラクトン水溶液を用いて現像することにより、未露光部分を溶解除去した後、120 $\times$ 30分間の加熱処理を行った。これにより、上記除去部分が透孔（貫通孔）に形成されたオーバークラッド層を形成し、その透孔から上記実装用パッドを露呈させた〔図5（b）参照〕。このとき、アンダークラッド層、コア、オーバークラッド層の総厚みは、10

50

0 μmであった。

【0047】

ついで、アンダークラッド層の裏面から上記PETフィルムを剥離した後、刃先角度90°のV字型刃先のダイシングブレードを用いて、アンダークラッド層の裏面側から、コアの両端部を切削し、コアの両端部を45°傾斜した光反射面に形成した。その光反射面は、つぎの工程で実装される発光素子の発行部の下方および受光素子の受光部の下方に形成した〔図6(a)参照〕。

【0048】

そして、フリップチップボンダを用いて、発光素子および受光素子の bumps を、上記オーバークラッド層の透孔から、上記 bumps 位置決めガイドの平面視コ字状、四角棒状の中空部に挿入した後、実装用パッドに接続し、銀導電ペーストを接合材料として、フリップチップ実装した〔図6(b)参照〕。上記発光素子としては、VCSEL (ULM-Photonics社製)を用い、上記受光素子としては、PD (浜松ホトニクス社製)を用いた。このようにして、光電気混載モジュールを製造した。

【0049】

〔従来例1〕

基板の表面に電気回路を形成した電気回路部分と、アンダークラッド層、コア、オーバークラッド層をこの順に形成した光導波路部分(実施例1と同様、コアの両端部は45°傾斜した光反射面に形成した)とを個別に作製し、上記オーバークラッド層の表面に、接着剤により、電気回路部分の基板の裏面を貼り合わせ、上記コアの両端部に対応する上記電気回路部分に発光素子(VCSEL)および受光素子(PD)をそれぞれ実装して光電気混載モジュールを製造した(図8参照)。

【0050】

〔光伝播試験〕

上記実施例1および従来例1の光電気混載モジュールをそれぞれ10個ずつ製造し、それぞれの発光素子に5mAの駆動電流を流し、発光素子から光を出射させ、その光を、コアを介して、受光素子で受光した。そのとき受光素子に生じる起電圧をテストで測定した。その結果、実施例1の光電気混載モジュールでは、上記起電圧が1.0~1.3Vの範囲内で測定された。これに対して、従来例1の光電気混載モジュールでは、上記起電圧が0.5~0.7Vの範囲内で測定された。

【0051】

この結果から、光学素子とコア端部との間の光結合効率、実施例1の光電気混載モジュールの方が、従来例1の光電気混載モジュールよりも大幅に高いことがわかる。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明の光電気混載モジュールは、音声や画像等のデジタル信号を高速で伝送、処理する情報通信機器、信号処理装置等に用いることができる。

【符号の説明】

【0053】

- 1 アンダークラッド層
- 2 コア
- 3 オーバークラッド層
- 4 電気回路
- 7 発光素子
- 8 受光素子

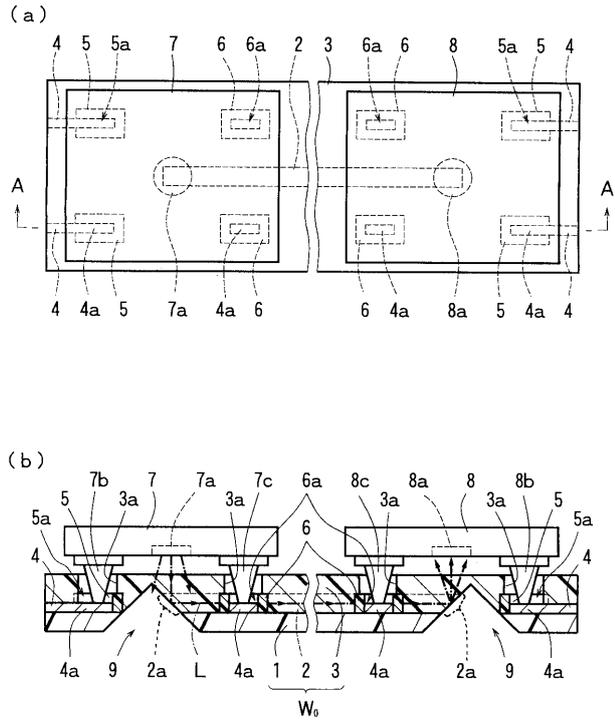
10

20

30

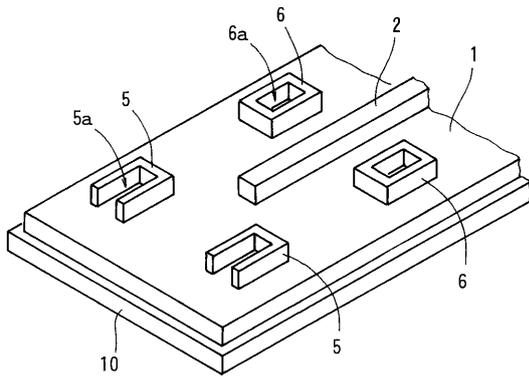
40

【図 1】

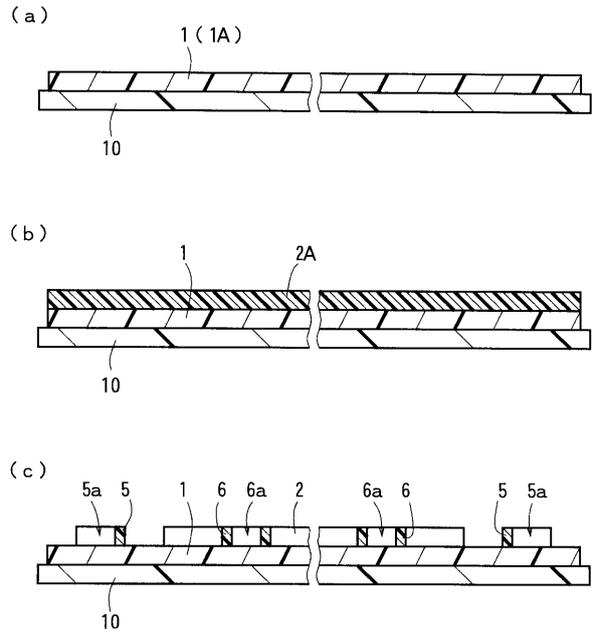


- |               |          |
|---------------|----------|
| 1 : アンダークラッド層 | 4 : 電気回路 |
| 2 : コア        | 7 : 発光素子 |
| 3 : オーバークラッド層 | 8 : 受光素子 |

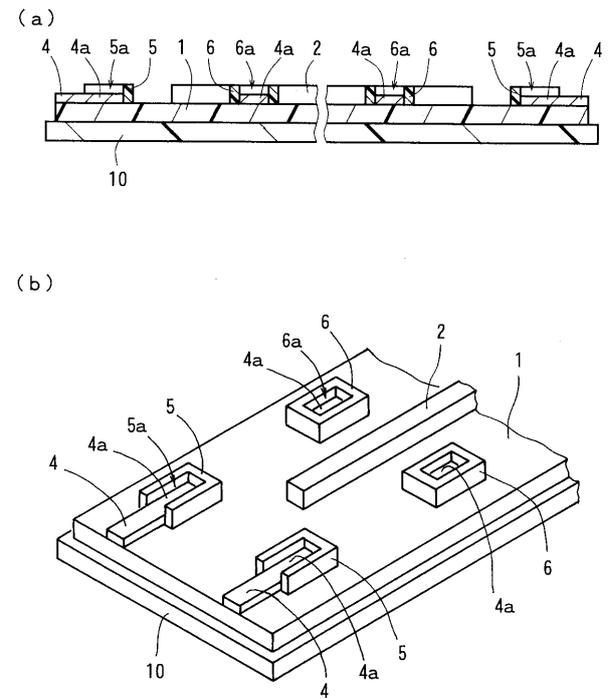
【図 3】



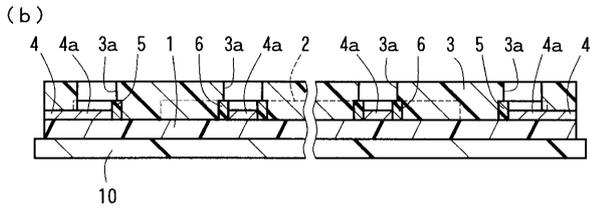
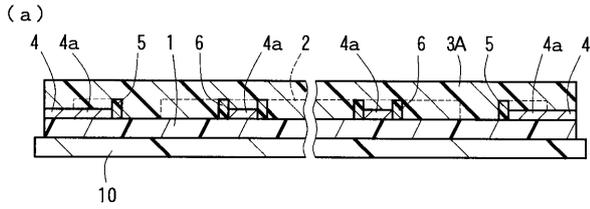
【図 2】



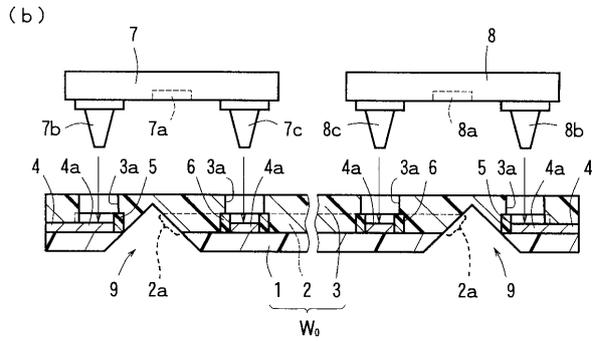
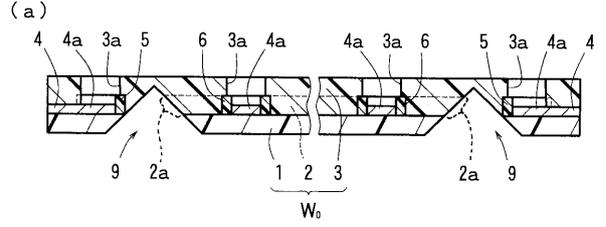
【図 4】



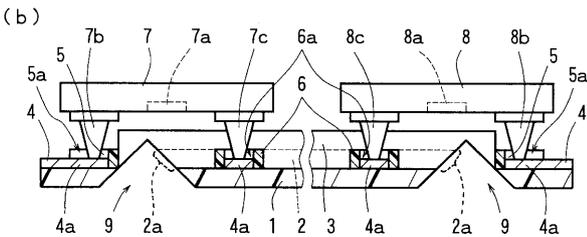
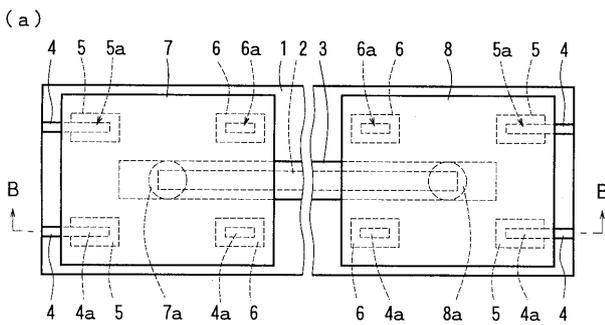
【 図 5 】



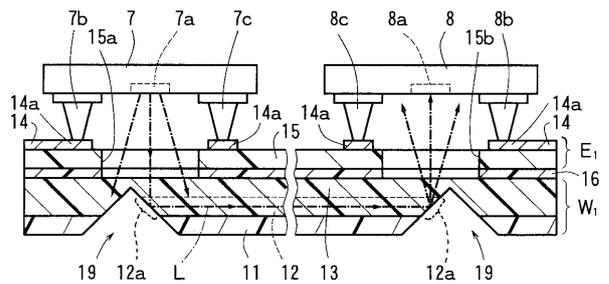
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H147 AB04 AB05 AB31 BD10 BG02 CB05 CC14 CD10 EA10D EA14D  
EA16D EA18D EA20A EA20B FB04 FB09 FC02 FC08 FE02 FF05  
GA10  
5F173 MA02 MB10 MC15 MD12 MF25 MF28