

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5055193号  
(P5055193)

(45) 発行日 平成24年10月24日 (2012.10.24)

(24) 登録日 平成24年8月3日 (2012.8.3)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 6/13 (2006.01)

G O 2 B 6/12 M

G O 2 B 6/122 (2006.01)

G O 2 B 6/12 B

G O 2 B 6/42 (2006.01)

G O 2 B 6/42

H O 5 K 1/02 (2006.01)

H O 5 K 1/02 R

H O 5 K 1/02 T

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-114329 (P2008-114329)  
 (22) 出願日 平成20年4月24日 (2008.4.24)  
 (65) 公開番号 特開2009-265342 (P2009-265342A)  
 (43) 公開日 平成21年11月12日 (2009.11.12)  
 審査請求日 平成22年11月22日 (2010.11.22)

(73) 特許権者 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

審査官 奥村 政人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電気混載基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の片面側に電気回路が形成された電気回路基板を準備する工程と、この電気回路基板の回路形成面と反対側の面に光導波路形成用の感光性樹脂層を形成する工程と、上記感光性樹脂層のコア形成領域をフォトリソグラフィ法により所定パターンのコアに形成する工程をもつ光導波路作製工程と、上記光導波路の端部側に対応する上記電気回路基板の回路形成面の部分に光学素子を実装する工程と、上記光導波路の上記端部側に位置するコアの端部を、光を反射して上記コアと上記光学素子との間の光伝播を可能とする反射部に形成する工程と、上記電気回路基板用の上記基板に上記コアと上記光学素子との間の光伝播用の貫通孔を形成する工程とを備え、上記感光性樹脂層としてコア形成領域とともにアラ

10

【請求項 2】

上記電気回路基板用の上記基板における上記光伝播用の貫通孔および上記アライメントマーク視認用の貫通孔のパターンが、フォトリソグラフィ法を利用して形成される請求項

20

1 記載の光電気混載基板の製造方法。

【請求項 3】

上記電気回路基板用の上記基板が、ステンレス製である請求項 1 または 2 記載の光電気混載基板の製造方法。

【請求項 4】

上記コアの端部を反射部に形成することが、上記コアの端部を上記電気回路基板用の上記基板に対して  $45^\circ$  傾斜した傾斜面に形成した後、その傾斜面の表面に金属膜を形成することにより行われる請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の光電気混載基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、光導波路と、光学素子を実装された電気回路とが混載している光電気混載基板の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

これまで、光電気混載基板は、電気回路基板と光導波路とを個別につくり、両者を接着剤により貼り合わせて形成されていた。例えば、上記光電気混載基板は、図 6 に示すように、電気回路 83 が多層に形成された電気回路基板 81 上に、接着剤 82 を介して、アンダークラッド層 86 とコア 87 とオーバークラッド層 88 とからなる光導波路 80 が精度よく貼り合わされている。そして、上記電気回路基板 81 に形成された実装用パッド（電気回路 83 の一部）に、発光素子 11 および受光素子 12 がフリップチップ実装されている（例えば、特許文献 1 参照）。図 6 に示す光電気混載基板では、上記発光素子 11 および受光素子 12 がそれぞれ光導波路 80 の両端部の表面側に位置決めされている。また、上記光導波路 80 の両端部は、光軸に対して  $45^\circ$  傾斜した傾斜面に形成され、その傾斜面のコア 87 部分が光路変換ミラー 87a に形成されている。なお、図 6 において、符号 11a は、上記発光素子 11 の電極（パンプ）であり、符号 12a は、受光素子 12 の電極（パンプ）である。

20

【0003】

上記光電気混載基板における光 L の伝播は、つぎのようにして行われる。まず、発光素子 11 から光 L が下方に出射される。その光 L は、光導波路 80 の一端部（図 6 では左端部）のオーバークラッド層 88 を通り抜け、コア 87 の一端部に入射する。つづいて、その光 L は、コア 87 の一端部の光路変換ミラー 87a で反射して（光路が  $90^\circ$  変換して）、コア 87 内を、軸方向に進む。そして、その光 L は、コア 87 内を進みコア 87 の他端部（図 6 では右端部）まで伝播する。つづいて、その光 L は、上記他端部の光路変換ミラー 87a で上方に反射し（光路が  $90^\circ$  変換し）、オーバークラッド層 88 を通り抜けて出射され、受光素子 12 で受光される。

30

【特許文献 1】特開 2000 - 199827 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

しかしながら、上記特許文献 1 の光電気混載基板の製造において、実際には、電気回路基板 81 と光導波路 80 とを接着剤 82 で貼り合わせる際に、接着剤 82 自身の流動性により、貼り合わせの際の圧力が加わると幾分のずれが生じる。このため、上記電気回路基板 81 の実装用パッドを認識して発光素子 11 および受光素子 12 を精度よく上記電気回路基板 81 に実装したとしても、その電気回路基板 81 自体にずれが生じているため、光導波路 80 のコア 87 両端部の光路変換ミラー 87a に対する発光素子 11 および受光素子 12 のアライメント（位置決め）精度は低下した状態となる。この状態での光 L の伝播は、上記コア 87 両端部の光路変換ミラー 87a に対して発光素子 11 および受光素子 12 の光軸がずれた状態で行われ、光 L の結合損失が大きくなる。

【0005】

50

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、光導波路のコアに対する光学素子のアライメント精度を向上させることができる光電気混載基板の製造方法の提供をその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するため、本発明の光電気混載基板の製造方法は、基板の片面側に電気回路が形成された電気回路基板を準備する工程と、この電気回路基板の回路形成面と反対側の面に光導波路形成用の感光性樹脂層を形成する工程と、上記感光性樹脂層のコア形成領域をフォトリソグラフィ法により所定パターンのコアに形成する工程をもつ光導波路作製工程と、上記光導波路の端部側に対応する上記電気回路基板の回路形成面の部分に光学素子を実装する工程と、上記光導波路の上記端部側に位置するコアの端部を、光を反射して上記コアと上記光学素子との間の光伝播を可能とする反射部に形成する工程と、上記電気回路基板用の上記基板に上記コアと上記光学素子との間の光伝播用の貫通孔を形成する工程とを備え、上記感光性樹脂層としてコア形成領域とともにアライメントマーク形成領域をもつ感光性樹脂層を使用し、上記コアの形成と同時に、上記アライメントマーク形成領域を上記フォトリソグラフィ法により所定パターンのアライメントマークに形成する工程と、上記電気回路基板用の上記基板に上記光伝播用の貫通孔を形成する際に、その基板にアライメントマーク視認用の貫通孔を形成する工程と、上記光学素子の実装を、上記アライメントマーク視認用の貫通孔から視認できる上記アライメントマークを目印にして所定の位置に行う工程とを有するという構成をとる。

【発明の効果】

【0007】

本発明の光電気混載基板の製造方法では、電気回路基板の回路形成面と反対側の面に、コア形成領域とアライメントマーク形成領域とをもつ感光性樹脂層を形成し、その感光性樹脂層から、1回のフォトリソグラフィ法により、コアと、光学素子位置決め用のアライメントマークとを同時に形成し、かつ、上記感光性樹脂層から光導波路を形成している。このため、光導波路を電気回路基板に接着する接着剤が不要となり、接着剤使用による、ずれの不具合が生じなくなると同時に、上記アライメントマークに対するコアの位置を、所定の位置関係に設定することができる。そして、本発明では、上記光学素子の実装を、上記電気回路基板用の基板に形成されたアライメントマーク視認用の貫通孔から視認できる上記アライメントマークを基準として行うため、上記光学素子を光導波路のコアに対して適正な位置に実装することができる。その結果、製造された光電気混載基板では、コアの端部の光反射部と光学素子との間における光の結合損失を極めて小さくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

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。

【0009】

図1は、本発明の光電気混載基板の製造方法の第1の実施の形態によって得られた光電気混載基板を示している。この光電気混載基板は、電気回路3を有する電気回路基板Eと、この電気回路基板Eの電気回路3形成面（裏面）と反対側の面（表面）に形成された光導波路Wを備えている。そして、その電気回路基板Eの裏面では、光導波路Wの端部側に対応する電気回路基板Eの電気回路3形成面の部分に発光素子11および受光素子12が実装されている。なお、上記電気回路基板Eは、ステンレス製基板1の裏面に、絶縁層2を介して、電気回路3を形成して構成され、この電気回路3の一部は、上記発光素子11、受光素子12を実装するための実装用パッド3aとなっている。一方、上記光導波路Wは、上記電気回路基板Eの表面に、アンダークラッド層6を介して、感光性樹脂層を形成し、その感光性樹脂層を加工してコア7を形成し、さらにその上に、オーバークラッド層8を積層形成して構成されている。この光導波路Wの左右両端部は、図示のように、上記ステンレス製基板1に対して45°傾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 7 の端部が光反射部 7 a になっている。この光導波路 W の左右両端側には、上記光導波路 W と同材料からなる 3 層積層体 X が形成されており、その中間層が上記コア 7 と同材料からなり、アライメントマーク A に形成されている。そして、上記コア 7 両端部の光反射部 7 a の下方に対応する上記ステンレス製基板 1 の部分に、コアと発光素子 1 1 , 受光素子 1 2 との間で光を伝播するための光通過用の貫通孔 5 が形成され、上記アライメントマーク A の下方に対応する上記ステンレス製基板 1 の部分に、アライメントマーク A を裏面側から視認するための視認用の貫通孔 4 が形成されている。また、上記コア 7 の一端部（図 1 では左端部）に形成された光反射部 7 a の下方では、発光素子 1 1 が上記実装用パッド 3 a に実装されており、上記コア 7 の他端部（図 1 では右端部）に形成された光反射部 7 a の下方では、受光素子 1 2 が上記実装用パッド 3 a に実装されている。

10

#### 【 0 0 1 0 】

そして、上記コア 7 両端部の光反射部 7 a は、光 L を反射して上記コア 7 と上記発光素子 1 1 および受光素子 1 2 との間の光伝播を可能にしている。すなわち、上記光電気混載基板では、上記発光素子 1 1 は、コア 7 の一端部の光反射部 7 a に対して光 L を出射する光学素子であり、その発光素子 1 1 から出射された光 L は、上記ステンレス製基板 1 の光通過用の貫通孔 5 を通過した後、光導波路 W の一端部のアンダークラッド層 4 を通り抜け、コア 7 の一端部に入射する。ついで、その光 L は、上記コア 7 の一端部の光反射部 7 a で反射して、コア 7 内を、軸方向に進む。そして、その光 L は、コア 7 内を進みコア 7 の他端部の光反射部 7 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部 7 a で下方に反射し、アンダークラッド層 6 を通り抜けて出射される。そして、その光 L は、上記ステンレス製基板 1 の光通過用の貫通孔 5 を通過した後、受光素子 1 2 で受光される。

20

#### 【 0 0 1 1 】

この実施の形態の光電気混載基板は、下記の（ 1 ）～（ 4 ）の工程を経て製造される。  
（ 1 ）ステンレス製基板 1 の裏面に電気回路 3 を形成して電気回路基板 E を作製する工程〔図 2（ a ）～（ c ）参照〕。  
（ 2 ）上記電気回路基板 E のステンレス製基板 1 の表面に光導波路 W を作製する工程〔図 3（ a ）～（ d ）参照〕。  
（ 3 ）上記光導波路 W のコア 7 の両端部を光反射部 7 a に形成する工程（図 4 参照）。  
（ 4 ）上記電気回路 3 に発光素子 1 1 および受光素子 1 2 を実装する工程（図 1 参照）。

30

#### 【 0 0 1 2 】

上記（ 1 ）の電気回路基板 E の作製工程について説明する。この実施の形態では、まず、上記ステンレス製基板 1〔図 2（ a ）参照〕を準備する。このステンレス製基板 1〔図 2（ a ）参照〕としては、通常、厚みが 2 0 ～ 2 0 0  $\mu\text{m}$  の範囲内のものが用いられる。

#### 【 0 0 1 3 】

ついで、図 2（ a ）に示すように、上記ステンレス製基板 1 の裏面の所定位置に、フォトリソグラフィ法により所定パターンの絶縁層 2 を形成する。この絶縁層 2 は、後の工程〔図 2（ c ）参照〕でステンレス製基板 1 に形成されるアライメントマーク A 視認用の貫通孔 4 および光通過用の貫通孔 5 の部分を除いて形成される。すなわち、上記絶縁層 2 の形成は、つぎのようにして行われる。まず、上記ステンレス製基板 1 の裏面（絶縁層 2 の形成時は上に向ける）の所定位置に、感光性ポリイミド樹脂、感光性エポキシ樹脂等の感光性樹脂を塗布し、感光性樹脂層を形成する。ついで、絶縁層 2 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、上記感光性樹脂層を照射線により露光する。つぎに、現像液を用いて現像を行うことにより、未露光部分を溶解させて除去し、残存した感光性樹脂層を絶縁層 2 のパターンに形成する。その後、その残存感光性樹脂層中の現像液を加熱処理により除去する。これにより、上記残存感光性樹脂層を絶縁層 2 に形成する。絶縁層 2 の厚みは、通常、 5 ～ 1 5  $\mu\text{m}$  の範囲内に設定される。

40

#### 【 0 0 1 4 】

つぎに、図 2（ b ）に示すように、上記絶縁層 2 の表面に、実装用パッド 3 a を含む電

50

電気回路 3 を所定パターンに形成する。すなわち、この電気回路 3 の形成は、つぎのようにして行われる。まず、上記絶縁層 2 の表面（電気回路 3 の形成時は上に向ける）に、スパッタリングまたは無電解めっき等により金属層（厚み 600 ~ 2600 程度）を形成する。この金属層は、後の電解めっきを行う際のシード層（電解めっき層形成の素地となる層）となる。ついで、上記ステンレス製基板 1、絶縁層 2 および金属層（シード層）からなる積層体の両面に、ドライフィルムレジストを貼着した後、上記金属層が形成されている側のドライフィルムレジストに、フォトリソグラフィ法により電気回路 3 のパターンの溝部を形成し、その溝部の底に上記金属層の表面部分を露呈させる。つぎに、電解めっきにより、上記溝部の底に露呈した上記金属層の表面部分に、電解めっき層（厚み 5 ~ 20  $\mu\text{m}$  程度）を積層形成する。そして、上記ドライフィルムレジストを水酸化ナトリウム水溶液等により剥離する。その後、上記電解めっき層が形成されていない金属層部分をソフトエッチングにより除去し、残存した電解めっき層とその下の金属層とからなる積層部分を電気回路 3 に形成する。

10

#### 【0015】

ついで、図 2（c）に示すように、ステンレス製基板 1 の所定位置に、エッチング等により、アライメントマーク A 視認用の貫通孔 4 および光通過用の貫通孔 5 を形成する。そのアライメントマーク A 視認用の貫通孔 4 は、後の光導波路 W 作製工程でコア 7 の両端部付近に形成されるアライメントマーク A に対応する位置（2 箇所）に形成され、上記光通過用の貫通孔 5 は、上記コア 7 の両端部に対応する位置（2 箇所）に形成される。すなわち、これら貫通孔 4、5 の形成は、つぎのようにして行われる。まず、上記ステンレス製基板 1、絶縁層 2 および電気回路 3 からなる積層体の両面に、ドライフィルムレジストを貼着した後、片面側のドライフィルムレジストに、フォトリソグラフィ法により上記両貫通孔 4、5 のパターンの孔部を形成し、その孔部の底に上記ステンレス製基板 1 の表面部分を露呈させる。つぎに、塩化第 2 鉄水溶液を用いたエッチング等により、上記孔部の底に露呈した上記ステンレス製基板 1 部分を穿孔し、上記アライメントマーク A 視認用の貫通孔 4 および光通過用の貫通孔 5 を形成する。上記アライメントマーク A 視認用の貫通孔 4 の直径は、通常、0.1 ~ 3.0 mm の範囲内に設定され、上記光通過用の貫通孔 5 の直径は、通常、0.05 ~ 0.2 mm の範囲内に設定される。但し、これら貫通孔 4、5 の直径は、アライメントマーク A の大きさ、発光素子 11 等のデザインに左右されるため、必ずしも上記範囲内とは限らない。このようにして、上記（1）の電気回路基板 E の作製工程が完了する。

20

30

#### 【0016】

上記（1）の電気回路基板 E の作製工程につづく上記（2）の光導波路 W の作製工程について説明する。この実施の形態では、まず、図 3（a）に示すように、上記ステンレス製基板 1 の表面の所定位置に、フォトリソグラフィ法により所定パターンのアンダークラッド層 6 を形成する。すなわち、このアンダークラッド層 6 の形成は、つぎのようにして行われる。まず、上記ステンレス製基板 1 の表面の所定位置に、感光性ポリイミド樹脂、感光性エポキシ樹脂等の、アンダークラッド層 6 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（50 ~ 120  $\times$  10 ~ 30 分間程度）して乾燥させ、アンダークラッド層 6 形成用の感光性樹脂層を形成する。ついで、アンダークラッド層 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、上記感光性樹脂層を照射線により露光する。つぎに、現像液を用いて現像を行うことにより、未露光部分を溶解させて除去し、残存した感光性樹脂層をアンダークラッド層 6 のパターンに形成する。その後、その残存感光性樹脂層中の現像液を加熱処理により除去する。これにより、上記残存感光性樹脂層をアンダークラッド層 6 に形成する。アンダークラッド層 6 の厚みは、通常、5 ~ 50  $\mu\text{m}$  の範囲内に設定される。

40

#### 【0017】

ついで、図 3（b）~（c）に示すように、上記アンダークラッド層 6 の表面の所定位置に、コア 7 形成領域とアライメントマーク A 形成領域とをもつ感光性樹脂層 7A から、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 7 と光学素子位置決め用のアラ

50

イメントマークAとを同時に形成する。これが本発明の特徴の一つである。本発明では、上記のようにしてコア7と同時に光学素子位置決め用のアライメントマークAを形成することにより、次々工程(4)の光学素子(発光素子11および受光素子12)実装工程において、上記アライメントマークAを基準として、光導波路Wのコア7に対して適正な位置に、発光素子11および受光素子12を実装することができるようになる。

#### 【0018】

この実施の形態では、コア7の両端部付近にそれぞれ一つのアライメントマークAを形成する。より詳しく説明すると、これらコア7およびアライメントマークAの形成は、つぎのようにして行われる。まず、図3(b)に示すように、上記アンダークラッド層6の表面の所定位置に、上記コア7およびアライメントマークA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(50~120×10~30分間程度)して乾燥させ、コア7形成用の感光性樹脂層7Aを形成する。ついで、コア7およびアライメントマークA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Mを介して、上記感光性樹脂層を照射線Rにより露光した後、上記アンダークラッド層6の形成と同様に現像、加熱処理等を行う。このようなフォトリソグラフィ法により、図3(c)に示すように、所定パターンのコア7およびアライメントマークAを形成する。この実施の形態では、上記アライメントマークA視認用の貫通孔4の上方にアライメントマークAを位置決め形成し、上記光通過用の貫通孔5の上方にコアの各端部を位置決め形成する。コア7の厚みは、通常、5~60μmの範囲内に設定され、その幅は、通常、5~60μmの範囲内に設定される。また、アライメントマークAは、通常、平面視十字状に形成され、その厚みは、通常、5~60μmの範囲内に設定され、その十字状のライン幅は、通常、0.02~0.2mmの範囲内に設定され、十字状の縦横の長さは、通常、0.2~1.0mmの範囲内に設定される。なお、上記コア7およびアライメントマークAの形成材料としては、例えば、上記アンダークラッド層6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6および下記オーバークラッド層8の形成材料よりも屈折率の大き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6、コア7(アライメントマークAを含む)、オーバークラッド層8の各形成材料の種類の選択や組成比率を調整して行うことができる。

#### 【0019】

つぎに、図3(d)に示すように、上記コア7およびアライメントマークAを被覆した状態で、上記アンダークラッド層6の表面に、フォトリソグラフィ法により所定パターンのオーバークラッド層8を形成する。すなわち、このオーバークラッド層8の形成は、つぎのようにして行われる。まず、上記コア7を被覆するように、オーバークラッド層8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(50~120×10~30分間程度)して乾燥させ、オーバークラッド層8形成用の感光性樹脂層を形成する。ついで、オーバークラッド層8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用いたフォトリソグラフィ法により、所定パターンのオーバークラッド層8を形成する。このオーバークラッド層8の厚みは、通常、10~2000μmの範囲内に設定される。なお、上記オーバークラッド層8の形成材料としては、例えば、上記アンダークラッド層6と同様の感光性樹脂があげられる。このようにして、上記(2)の光導波路Wの作製工程が完了する。

#### 【0020】

上記(2)の光導波路Wの作製工程につづく上記(3)の光反射部7aの形成工程について説明する。すなわち、この光反射部7aの形成は、図4に示すように、上記コア7の両端部に対応する光導波路Wの両端部を、レーザ加工または刃先角度45°の回転刃等を用いた切削加工等により、上記ステンレス製基板1に対して45°傾斜した傾斜面に形成することにより行われる。そして、その傾斜面のコア7部分が光反射部(光路変換ミラー)7aとして作用する。この光反射部7aでは、コア7の屈折率の方が、上記光反射部7aの外側にある空気の屈折率よりも大きいため、光反射部7aに当たった光は、その大部分が反射する。また、上記のように光導波路Wの両端部が傾斜面に形成されることにより

、上記光導波路Wの両端側に、上記アライメントマークAを中間層に有する3層積層体Xが形成される。このようにして、上記(3)の光反射部7aの形成工程が完了する。

【0021】

上記(3)の光反射部7aの形成工程につづく上記(4)の光学素子実装工程について説明する。すなわち、この光学素子(発光素子11および受光素子12)の実装は、つぎのようにして行われる。まず、上記光反射部7aまで形成された生産中間物を、電気回路3側の面を上に向けて実装機のステージ上にセットする。そして、その実装機に備えられている画像認識装置により、一方(例えば図1の左側)のアライメントマークAを、アンダークラッド層6およびアライメントマークA視認用の貫通孔4を通して視認する(読み取る)。これにより、上記実装機は、上記アライメントマークAを基準として、そのアライメントマークAに近い上記コア7の一端部の光反射部7aの位置を算出する。そして、図1に示すように、その算出した光反射部7aの位置に、一方の光学素子(例えば発光素子11)の光軸が合わさるよう、その光学素子を、上記光通過用の貫通孔5の下方を覆うようにして実装用パッド3aに実装する。他方(例えば図1の右側)のアライメントマークAも、同様に、他方の光学素子(例えば受光素子12)を実装する際に、その実装の位置決め基準として利用される。上記発光素子11としては、VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser)等があげられ、受光素子12としては、PD(Photo Diode)等があげられる。このように、上記アライメントマークAを基準として、上記発光素子11および受光素子12を所定の位置に実装することが本発明の特徴の一つである。なお、図1において、符号11aは、上記発光素子11の電極(パンプ)であり、符号12aは、受光素子12の電極(パンプ)である。

【0022】

上記発光素子11および受光素子12の実装方法としては、フリップチップ、半田リフロー、半田パンプと半田ペーストのスクリーン印刷によるC4接合等があげられる。なかでも、実装の際の位置ずれが小さくできる観点から、超音波や加熱によるフリップチップが好ましく、より好ましくは、上記ステンレス製基板1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である。このようにして、上記(4)の光学素子実装工程が完了し、目的とする光電気混載基板が得られる。

【0023】

このように、上記光電気混載基板の製造方法では、電気回路基板Eの表面に、コア7形成用の感光性樹脂層7A(図3(b)参照)を形成し、その感光性樹脂層7AにアライメントマークA形成領域を設け、その感光性樹脂層7Aから、1回のフォトリソグラフィ法により、コア7と同時に、発光素子11および受光素子12位置決め用のアライメントマークAを形成する。そして、そのアライメントマークAを目印にして所定の位置に発光素子11および受光素子12を実装する。このため、光導波路Wのコア7に対する発光素子11および受光素子12のアライメント精度を向上させることができる。その結果、製造された光電気混載基板では、コア7の各端部の光反射部7aと発光素子11、受光素子12との間における光の結合損失を小さくすることができる。

【0024】

また、上記実施の形態では、基板1として、ステンレス製のものをを用いているため、そのステンレス製基板1は、熱に対する伸縮耐性に優れたものとなっている。このため、上記ステンレス製基板1に穿孔されたアライメントマークA視認用の貫通孔4と光通過用の貫通孔5との位置関係、および上記ステンレス製基板1上に作製された光導波路Wの寸法等は、設計値に略維持される。すなわち、ステンレス製基板1は、上記アライメントマークAを基準とする、コア7の両端部の光反射部7aと発光素子11および受光素子12とのアライメント精度向上にとって、基板1として好ましいものとなっている。

【0025】

なお、上記ステンレス製基板1に代えて、他の金属材料または樹脂材料等からなる基板1を用いてもよい。その基板1が絶縁性を有するものである場合は、上記絶縁層2を形成することなく、上記基板1に直接、電気回路3を形成してもよい。上記絶縁層2は、上記

金属製基板 1 のような通電性を有する基板 1 と電気回路 3 との短絡を防止するためのものである。

【 0 0 2 6 】

また、上記実施の形態では、アンダークラッド層 6 を形成したが、アンダークラッド層 6 を形成することなく、ステンレス製基板 1 等の基板 1 の表面に直接、コア 7 およびアライメントマーク A を形成してもよい。

【 0 0 2 7 】

図 5 は、本発明の光電気混載基板の製造方法の第 2 の実施の形態を示している。この実施の形態は、上記第 1 の実施の形態において、光導波路 W の両端部の傾斜面の表面に、金属膜 9 を、めっきまたは蒸着により形成する形態である。これにより製造された光電気混載基板では、光反射部 7 a の外側表面が上記金属膜 9 で被覆されるため、光反射部 7 a での光の反射率を高めることができ、光の伝播効率を高めることができる。それ以外の部分は上記第 1 の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。

【 0 0 2 8 】

上記金属膜 9 の形成は、例えば、上記光導波路 W の両端部の傾斜面以外の部分をレジスト層によりマスキングした状態（上記傾斜面のみを露呈した状態）で、上記めっきまたは蒸着により行われる。その後、上記レジスト層は除去される。上記金属膜 9 の厚みは、例えば、50 nm ~ 5 μm の範囲内に設定される。上記金属膜 9 の形成材料としては、例えば、ニッケル、銅、銀、金、クロム、アルミニウム、亜鉛、錫、コバルト、タングステン、白金、パラジウムおよびこれらの 2 種以上の元素を含む合金材料等があげられる。なお、上記金属膜 9 の形成は、発光素子 1 1 および受光素子 1 2 の実装に先立って行うことが好ましい。

【 0 0 2 9 】

つぎに、実施例について説明する。但し、本発明は、これに限定されるわけではない。

【実施例】

【 0 0 3 0 】

〔電気回路基板の形成〕

ステンレス製基板（厚み 20 μm の SUS 304 箔）の片面に、まず、フォトリソグラフィ法により、感光性ポリイミド樹脂からなる絶縁層（厚み 10 μm）を所定パターンに形成した。ついで、上記絶縁層の表面にスパッタリングにより、銅／ニッケル／クロム合金からなるシード層を形成した。つぎに、上記ステンレス製基板、絶縁層およびシード層からなる積層体の両面に、ドライフィルムレジストを貼着した後、上記シード層が形成されている側の上記ドライフィルムレジストに、フォトリソグラフィ法により、実装用パッドを含む電気回路のパターンの溝部を形成し、その溝部の底に上記シード層の表面部分を露呈させた。つぎに、電解銅めっきにより、上記溝部の底に露呈した上記シード層の表面部分に、電解銅めっき層（厚み 20 μm）を積層形成した。そして、上記ドライフィルムレジストを水酸化ナトリウム水溶液により剥離した。その後、上記電解銅めっき層が形成されていないシード層部分をソフトエッチングにより除去し、残存した電解銅めっき層とその下のシード層とからなる積層部分を電気回路に形成した。さらに、上記ステンレス製基板、絶縁層および電気回路からなる積層体の両面に、ドライフィルムレジストを貼着した後、片面側の上記ドライフィルムレジストに、フォトリソグラフィ法によりアライメントマーク視認用の貫通孔および光通過用の貫通孔のパターンの孔部を形成し、その孔部の底に上記ステンレス製基板の表面部分を露呈させた。つぎに、塩化第 2 鉄水溶液を用いたエッチングにより、上記孔部の底に露呈した上記ステンレス製基板部分を穿孔し、上記アライメントマーク視認用の貫通孔および光通過用の貫通孔をそれぞれ 2 個形成した。その後、上記実装用パッドの表面に、金／ニッケル合金めっき層を形成した。

【 0 0 3 1 】

〔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〕

下記の一般式（1）で示されるビスフェノキシエタノールフルオレンジグリシジルエーテル（成分 A）35 重量部、脂環式エポキシである 3, 4 - エポキシシクロヘキセニルメ

10

20

30

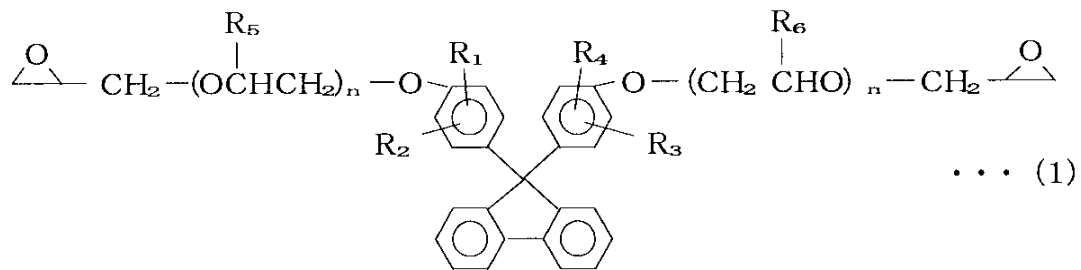
40

50

チル - 3', 4' - エポキシヘキセ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、シクロヘキセンオキシド骨格を有する脂環式エポキシ樹脂 (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 (β 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 % 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。

【0032】

【化1】



(式中、 $R_1 \sim R_6$  がすべて水素原子で、 $n=1$ )

【0033】

〔コアの形成材料〕

上記成分 A : 70 重量部、1, 3, 3 - トリス { 4 - [ 2 - ( 3 - オキシタニル ) ] 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、コアの形成材料を調製した。

【0034】

〔光導波路の作製〕

上記ステンレス製基板のもう一方の片面 (上記電気回路が形成された面とは反対側の面) に、上記アンダークラッド層の形成材料を塗布し、塗布層を形成した。その後、その塗布層の全面に、超高圧水銀灯を用いて積算光量  $1000 \text{ mJ/cm}^2$  (i 線基準) の露光を行い、上記塗布層を硬化させた。つづいて、 $120 \times 15$  分間のベーキング (加熱処理) を行うことにより、発生した酸を拡散させ、反応を完了させた。このようにしてアンダークラッド層 (厚み  $10 \mu\text{m}$ ) を形成した。

【0035】

そして、上記アンダークラッド層の表面に、コアの形成材料を塗布した後、 $70 \times 5$  分間のベーキングを行うことにより、溶媒を揮発させ、コア形成用の感光性樹脂層を形成した。ついで、その上方に、形成するコアとアライメントマークのパターンと同形状の開口パターンが形成されたフォトマスクを、アライメントマーク視認用の貫通孔にアライメントマークが、光通過用の貫通孔にコアの各端部が、それぞれ重なって形成されるように、位置決めした。そして、そのフォトマスクを介して、積算光量  $2000 \text{ mJ/cm}^2$  (i 線基準) の露光を行うことにより、上記感光性樹脂層の露光部分を硬化させた。つづいて、 $120 \times 15$  分間のベーキング (加熱処理) を行うことにより、発生した酸を拡散させ、反応を完了させた。つぎに、 $\gamma$  - ブチロラクトン水溶液 (現像液) 中で洗浄 (現像) し、未露光部分を溶解除去した。その後、 $120 \times 15$  分間のベーキングを行うことにより、コア (幅  $50 \mu\text{m}$  × 高さ  $50 \mu\text{m}$ ) および十字状のアライメントマーク (十字状のライン幅  $0.05 \text{ mm}$ 、十字状の縦の長さ  $0.5 \text{ mm}$ 、十字状の横の長さ  $0.5 \text{ mm}$ 、高さ  $50 \mu\text{m}$ ) を形成した。

【0036】

ついで、上記コアを被覆するように、上記オーバークラッド層の形成材料を塗布し、塗

布層を形成した。その後、その塗布層の全面に、超高圧水銀灯を用いて積算光量  $1000 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  (i 線基準) の露光を行い、上記塗布層を硬化させた。つづいて、 $120 \times 15$  分間のベーキング (加熱処理) を行うことにより、発生した酸を拡散させ、反応を完了させた。このようにしてオーバークラッド層を形成し、上記ステンレス製基板の、電気回路が形成された面とは反対側の面に、光導波路 (総厚  $75 \mu\text{m}$ ) を作製した。

【0037】

〔光反射部の形成〕

上記光通過用の貫通孔に対応する光導波路の両端部を、エキシマレーザ (光源 KrF : 波長  $248 \text{ nm}$ ) によるレーザ加工により、上記ステンレス製基板に対して  $45^\circ$  傾斜した傾斜面に形成した。その後、エタノール中で超音波洗浄を行った。上記傾斜面のコア部分

10

【0038】

〔発光素子および受光素子の実装〕

上記光反射部まで形成された生産中間物を、電気回路側の面を上に向けて実装機のステージ上にセットした。そして、その実装機に備えられている画像認識装置により、上記ステンレス製基板に形成されたアライメントマーク視認用の貫通孔を通して上記アライメントマークを視認した状態で、そのアライメントマークを基準として算出される上記コアの光反射部の位置に、発光素子および受光素子の光軸が合わさるよう、上記発光素子および受光素子を、上記光通過用の貫通孔の下方を覆うように実装した。このようにして、光電気混載基板を製造することができた。

20

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の光電気混載基板の製造方法の第1の実施の形態により得られた光電気混載基板を模式的に示す断面図である。

【図2】(a) ~ (c) は、上記光電気混載基板の製造方法の第1の実施の形態における電気回路基板の作製工程を模式的に示す説明図である。

【図3】(a) ~ (d) は、上記電気回路基板の作製工程につづく光導波路の作製工程を模式的に示す説明図である。

【図4】上記光導波路の作製工程につづく光反射部の形成工程を模式的に示す説明図である。

30

【図5】本発明の光電気混載基板の製造方法の第2の実施の形態を模式的に示す説明図である。

【図6】従来の光電気混載基板を模式的に示す説明図である。

【符号の説明】

【0040】

A アライメントマーク

E 電気回路基板

W 光導波路

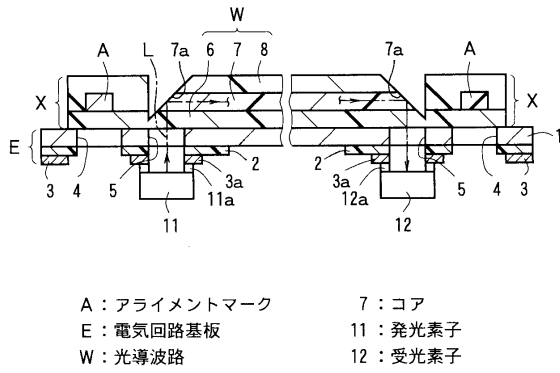
7 コア

11 発光素子

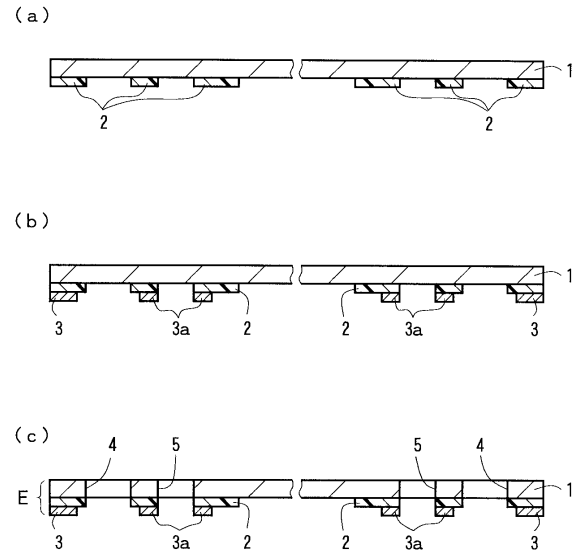
12 受光素子

40

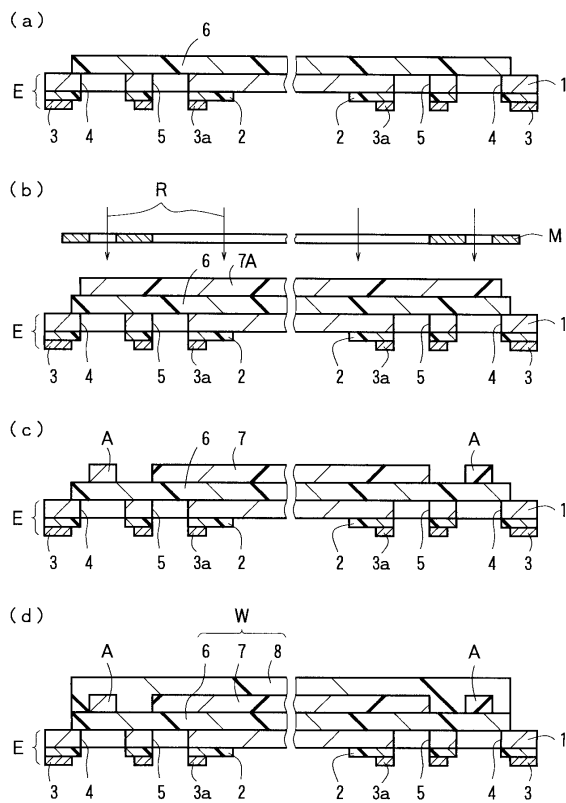
【図 1】



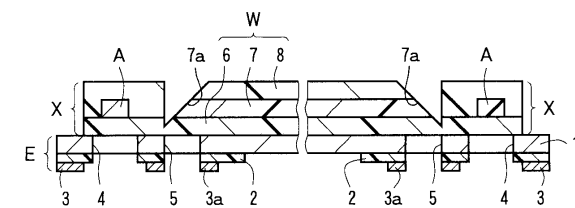
【図 2】



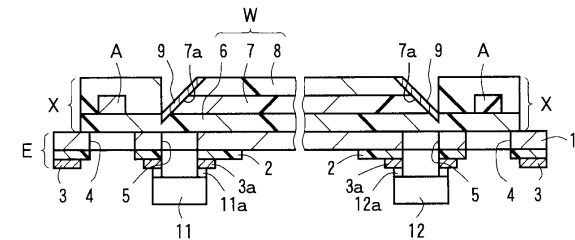
【図 3】



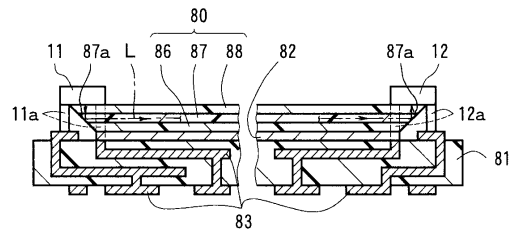
【図 4】



【図 5】



## 【図 6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 9 8 2 1 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 0 3 0 7 9 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 3 6 1 8 5 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 1 4 0 2 3 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

|         |           |         |
|---------|-----------|---------|
| G 0 2 B | 6 / 0 0 - | 6 / 5 4 |
| H 0 5 K | 1 / 0 0 - | 1 / 0 2 |