

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4624162号
(P4624162)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(51) Int. Cl. F I
G02B 6/12 (2006.01) G O 2 B 6/12 B
G02B 6/42 (2006.01) G O 2 B 6/12 C
 G O 2 B 6/42

請求項の数 7 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-110528 (P2005-110528) (22) 出願日 平成17年4月7日(2005.4.7) (65) 公開番号 特開2006-292852 (P2006-292852A) (43) 公開日 平成18年10月26日(2006.10.26) 審査請求日 平成20年1月18日(2008.1.18)</p>	<p>(73) 特許権者 000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 (72) 発明者 小田 恵子 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地3号 京セラ株式会社中央研究所内 審査官 山村 浩 (56) 参考文献 特開2003-050329 (JP, A)) 特開2005-084126 (JP, A)) 特開平06-331861 (JP, A)</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電気配線基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

該基板の上に配置され、導電性の材料で形成される、側面に第1のミラー面を有する第1のミラー部材と、

前記基板の上に配置され、導電性の材料で形成される、側面に前記第1のミラー面と互いに対向する第2のミラー面を有する第2のミラー部材と、

前記第1, 2のミラー面の間に配置され、コア部および該コア部を囲むクラッド部を含み、前記第1, 2のミラー面に光結合するように構成されている光導波路と、

前記第1, 2のミラー部材に電氣的に接続される電気配線と、を備えており、

前記第1のミラー面の上方に発光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記第1のミラー部材の上面に発光素子を電氣的に接続し、当該第1のミラー部材を介して前記電気配線に前記発光素子を電氣的に接続し、

前記第2のミラー面の上方に受光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記第2のミラー部材の上面に受光素子を電氣的に接続し、当該第2のミラー部材を介して前記電気配線に前記受光素子を接続する、光電気配線基板。

【請求項2】

前記第1のミラー面の上方に発光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記第1のミラー部材の上面に電氣的に接続されている発光素子と、

前記第2のミラー面の上方に受光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且

10

20

つ前記第2のミラー部材の上面に電氣的に接続されている受光素子と、をさらに備える、請求項1に記載の光電気配線基板。

【請求項3】

基板と、

該基板の上に配置され、導電性の材料で形成される、側面にミラー面を有するミラー部材と、

コア部および該コア部を囲むクラッド部を含み、前記ミラー面に光結合するように構成されている光導波路と、

前記ミラー部材に電氣的に接続される電気配線と、を備えており、

前記ミラー面の上方に発光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記ミラー部材の上面に発光素子を電氣的に接続し、当該ミラー部材を介して前記電気配線に前記発光素子を接続するか、または、

前記ミラー面の上方に受光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記ミラー部材の上面に受光素子を電氣的に接続し、当該ミラー部材を介して前記電気配線に前記受光素子を接続する、光電気配線基板。

【請求項4】

前記ミラー面の上方に発光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記ミラー部材の上面に電氣的に接続されている発光素子、または、

前記ミラー面の上方に受光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記ミラー部材の上面に電氣的に接続されている受光素子、をさらに備えている、請求項3に記載の光電気配線基板。

【請求項5】

前記発光素子および前記受光素子の一方の素子と、前記ミラー面とを光学的に結合させる光路用ビア、および

前記一方の素子と、前記ミラー部材を電氣的に接続する貫通導体、を有し、

前記一方の素子と、前記ミラー部材との間に設けられる上部基板をさらに具備する、請求項1から4のいずれかに記載の光電気配線基板。

【請求項6】

前記光路用ビアは、中心部の屈折率はその周囲部よりも高い光学材料樹脂が内部に設けられている、請求項5に記載の光電気配線基板。

【請求項7】

前記ミラー部材は、前記電気配線のインピーダンス整合をとる終端抵抗として機能する、請求項1から6のいずれかに記載の光電気配線基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板上に電気配線と光導波路とが形成され、その上に配置される発光素子および受光素子とその光導波路を介して効率的かつ簡便に光結合させることができるとともに電気配線とも電氣的に接続させることできる光電気配線基板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、コンピュータの処理能力向上において、マイクロプロセッサとして用いられる半導体大規模集積回路(LSI)等の電気素子ではトランジスタの集積度が高められ、その動作速度はクロック周波数でGHzに達している。それに伴い、電気素子間を電氣的に接続する電気配線は高密度化・微細化の一途をたどっている。

【0003】

マイクロプロセッサの高速化に伴う電気配線の微細化は、クロストークや伝播損失が増すこととなるため、高密度化の限界あるいは駆動と受信回路の複雑化といった問題をもたらしており、それらの問題がコンピュータの高性能化の障害となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

これに対し、これらの問題を解決する技術として、従来のプリント配線基板上の銅から成る配線導体による電気配線の一部を光ファイバまたは光導波路による光配線に置き換えて、素子間の配線に電気配線に代えて光配線を利用することが行なわれている。光配線は無誘導であり、信号線となるコア部はマルチモードでも断面が $50\mu\text{m}$ 程度のサイズであるため、光配線を用いれば信号伝送の高速化が可能だけでなく、信号間のクロストークの低減や配線の微細化・高密度化が可能になる。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、光配線として光ファイバを用いる場合には、その屈曲性に限界があることから、複雑な形状の光配線には対応しきれず、配線の設計の自由度が低くなってしまい、高密度配線や基板の小型化に十分には対応できないという問題がある。そのため、光配線としては、設計の自由度が大きい光導波路を用いた構成が有効である。

10

【 0 0 0 6 】

光導波路は、光信号が伝搬する信号線となるコア部と、コア部の周囲に配置されて光信号をコア部に閉じ込めるクラッド部とで構成されて、基板の表面に平行な方向に形成されている。コア部の形成方法はフォトリソグラフィ技術によるドライエッチングや感光性のコア材料を使用した露光および現像による形成方法等があるが、いずれもその形状や寸法精度はフォトマスクパターンで決定されるため、設計の自由度は高くなる。

【 0 0 0 7 】

このような光導波路を光配線に用いた光導波路基板に半導体発光素子等の光部品や電気部品を実装する際には、従来の電気部品に用いられている表面実装技術を用いて実装できることが望ましい。そのため、光部品としては省電力化や面アレイ化に有利な面発光型の縦キャビティ型面発光レーザ（V C S E L : Vertical Cavity Surface Emitting Laser）や面受光型の半導体受光素子（P D : Photo Diode）等が使用される。

20

【 0 0 0 8 】

基板の表面に平行な方向に形成されている光導波路とその基板の表面に実装されるV C S E LやP D等の光部品とを光結合させるには、ミラー等の光路変換手段を用いて、光導波路における基板の表面に平行な方向から基板の表面に垂直な方向にほぼ90度に光路を曲げる必要がある。その光路変換手段の形成方法には、これまでいくつかの提案がなされている。

30

【 0 0 0 9 】

例えば、ミラー面となる斜面を基板の表面にドライエッチングにより形成する方法がある。この方法では、基板を傾けてドライエッチングを行ったり、あるいはグレースケールのフォトマスクを用いて斜面を有するフォトレジストパターンを形成した後にドライエッチングを行ったりすることで、基板の表面にミラー面となる斜面を形成する。

【 0 0 1 0 】

また、別の斜面形成方法としては、半導体チップ切り分け用のダイシングソーを用いる方法がある。これは、下部クラッド層/コア部/上部クラッド層からなる光導波路を形成した後、ダイシングブレードの先端を45度または90度に加工したダイシングソーを用いて光導波路に対して光入出力部の切削を行ない、光導波路に45度端面を形成し、露出した45度端面に金属薄膜を蒸着してミラー面（光反射面）とするものである。

40

【 0 0 1 1 】

それ以外にも、レーザ等を用いて基板の表面にミラー面となる一つ一つの斜面を形成する方法や、ミラー面となる部材を別途用意して配設する方法もある。

【特許文献1】特開2003 - 50329号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

しかしながら、これらの光路変換手段の形成方法には、以下に述べるようなさまざまな問題があった。

50

【 0 0 1 3 】

まず、ドライエッチングによりミラー面となる斜面を形成する方法には、基板を傾けてドライエッチングを行なう方法では基板の表面内で斜面の精度にばらつきが生じやすく、また、斜面を有するフォトレジストパターンを用いて斜面を形成する方法ではフォトレジストパターンの端面の傾斜角度や厚み等を細かく制御するのが困難であるという問題があった。

【 0 0 1 4 】

一方、ダイシングソーを用いてミラー面を形成する方法は、基板の表面にミラーを配置できる場所が制限される上、ミラー面となる切削面に荒れが生じたりするため、細かい加工に向かないといった問題があった。また、光導波路の形成後にレーザ等を用いてミラー加工を行なう場合は、一つ一つのミラー形成部に対して調整を行ない加工する必要があるため、多大なる手間と時間を要するという問題があった。

【 0 0 1 5 】

また、前述のミラーとなる部材を用いる方法では、ミラー部材は基板と光導波路との間に埋め込まれることとなり、発光素子や受光素子等の光部品の実装は光導波路上に行なわれている。そのため、光導波路を作製が容易で低コストに作製できる高分子材料の樹脂で形成した場合には、光導波路は基板表面の凹凸の影響を受けやすく、光導波路の上面に凹凸が生じやすいため、安定した光部品の実装が困難であるという問題があった。その上、高分子材料の樹脂は柔らかいため、光導波路の上面に対する光素子の実装が不安定になったり、樹脂上の電気配線は密着性に問題が生じたりすることもあった。

【 0 0 1 6 】

本発明は以上のような従来の技術における問題を解決すべく案出されたものであり、その目的は、簡便な方法で効率的に光導波路と発光素子および受光素子との光結合を可能にすると同時に、発光素子および受光素子の電気配線との電氣的接続をも簡便かつ安定に可能とする光電気配線基板を提供することにある。また、本発明の他の目的は、光導波路と発光素子および受光素子との光結合のための作製工程を簡略化することができ、作製が容易で量産性に優れた光電気配線基板を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

本発明の第1の光電気配線基板は、基板と、該基板の上に配置され、導電性の材料で形成される、側面に第1のミラー面を有する第1のミラー部材と、前記基板の上に配置され、導電性の材料で形成される、側面に前記第1のミラー面と互に対向する第2のミラー面を有する第2のミラー部材と、前記第1, 2のミラー面の間に配置され、コア部および該コア部を囲むクラッド部を含み、前記第1, 2のミラー面に光結合するように構成されている光導波路と、前記第1, 2のミラー部材に電氣的に接続される電気配線と、を備えており、前記第1のミラー面の上方に発光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記第1のミラー部材の上面に発光素子を電氣的に接続し、当該第1のミラー部材を介して前記電気配線に前記発光素子を電氣的に接続し、前記第2のミラー面の上方に受光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記第2のミラー部材の上面に受光素子を電氣的に接続し、当該第2のミラー部材を介して前記電気配線に前記受光素子を接続する。

本発明の第2の光電気配線基板は、基板と、該基板の上に配置され、導電性の材料で形成される、側面にミラー面を有するミラー部材と、コア部および該コア部を囲むクラッド部を含み、前記ミラー面に光結合するように構成されている光導波路と、前記ミラー部材に電氣的に接続される電気配線と、を備えており、前記ミラー面の上方に発光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記ミラー部材の上面に発光素子を電氣的に接続し、当該ミラー部材を介して前記電気配線に前記発光素子を接続するか、または、前記ミラー面の上方に受光部を位置させて前記光導波路に光学的に結合させ、且つ前記ミラー部材の上面に受光素子を電氣的に接続し、当該ミラー部材を介して前記電気配線に前記受光素子を接続する。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0018】

本発明の光電気配線基板によれば、基板上に、互いにミラー面を対向させて配置された2つのミラー部材と、前記ミラー面間に配置された、コア部およびこのコア部を囲むクラッド部からなる光導波路とを備えており、前記ミラー面の一方の上に発光素子が配置され、前記ミラー面の他方の上に受光素子が配置されるものであって、前記ミラー部材は、導電性の材料からなるとともに電気配線と電氣的に接続されており、側面が光の伝搬方向を前記基板の表面に平行な方向と垂直な方向との間で変換する前記ミラー面であり、上面に前記発光素子または前記受光素子の端子電極が発光部または受光部を前記ミラー面上に位置させて接続されることから、ミラー部材を基板上に配設することによってその側面のミラー面による光路変換手段を得ると同時に、導電性の材料からなり電気配線と電氣的に接続されたミラー部材の上面に発光素子または受光素子の端子電極を、発光部または受光部をミラー面上に位置させて接続することによって、光導波路と発光部または受光部との間での光路変換とともに発光素子および受光素子と基板上的電気配線との電氣的な接続が可能となるため、従来のような基板の表面に対するミラー面の加工のような困難な加工を必要とせず、また、基板に形成されている電気配線と光導波路上に形成されて発光素子または受光素子の端子電極と接続される電気配線とを電氣的に接続するためのビア導体等の貫通導体を別途形成する必要もないので、光配線および電気配線の高密度化に有利で、しかも簡便に作製でき、量産性に優れた光電気結合構造を有する光電気配線基板を得ることができる。

10

20

【0019】

特に、ミラー部材が導電性の材料の中でも金属からなるものである場合は、例えば波長が850nmの光に対し良好な反射面を持つ金や銀、銅の反射率は約98%と非常に高いので、その側面に形成される金属のミラー面によって効率よく光を反射することができるため、光導波路と発光素子および受光素子との間での光路変換において高い結合効率を得られる。

【0020】

また、電気配線のインピーダンス整合をとるために、基板上的電気配線について50Ωのインピーダンス整合が取られている場合に、ミラー部材のサイズ(全体の体積)と材料の抵抗率とにより50Ωとなるように設計してミラー部材を例えば50Ωの終端抵抗とすることも可能であり、その場合には、電気配線上に別途抵抗体を形成する必要がないため、インピーダンス整合をとることができる電気配線を形成するための作製工程を削減することができ、信号の高速化に対応した基板を簡便に得ることができる。

30

【0021】

また、発光素子および受光素子は、一般的な表面実装技術によりミラー部材のミラー面を介して光導波路との間で高効率の光結合を得ることができる上、それぞれ発光部または受光部をミラー部材のミラー面上に位置させて配設されるため、光導波路材料である樹脂と比べて硬く安定したミラー面上を土台とすることができるので、基板の凹凸や端子電極を接続するための半田等の厚み、あるいは実装時の押圧等の影響が少なく、発光素子および受光素子を安定して実装することができ、実装強度が高く信頼性が高いとともに、光導波路の上面への電気配線の形成を必要最小限とすることができるため、小型化が容易で高密度実装が可能な光電気配線基板を得ることができる。

40

【0022】

以上のように本発明の光電気配線基板によれば、基板上的光導波路と発光素子および受光素子とをミラー部材のミラー面を介して効率よく光結合させることができるとともに、発光素子および受光素子と基板上的電気配線との電氣的な接続もミラー部材を介して容易に行なうことができる、作製工程の削減が可能で簡便にかつ低コストに作製できるとともに信頼性の高い光電気配線基板を提供することができる。

【0023】

50

すなわち、本発明の光電気配線基板によれば、従来の光電気配線基板における光反射面のダイシング加工のように光入出力部の配置場所に制限を受けることがなく、ミラー部材のミラー面を介して高効率かつ簡便に光導波路と発光素子および受光素子との光結合が可能となると同時に、ミラー部材を介して発光素子および受光素子の端子電極と基板の電気配線との電気的な接続も可能となるため、加工や実装に多大な時間や手間をかけることなく、従来と比べて作製・実装工程にかかるコストを大幅に低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

次に、本発明の光電気配線基板について、図面を参照しつつ説明する。図1は本発明の光電気配線基板の実施の形態の一例を示す上面図であり、図2は図1のA-A'線断面図

10

【0025】

図1および図2に示すように、本発明の光電気配線基板1は、基板2上に、互いにミラー面10を対向させて配置された2つのミラー部材3が形成されており、それら対向するミラー面10間に配置された、コア部4およびこのコア部4を囲むクラッド部5から構成される光導波路6とを備えており、ミラー面10の一方の上に発光素子7が、ミラー面10の他方の上に受光素子8が配置される。

【0026】

基板2としては、例えばプリント配線基板として一般に用いられているエポキシ樹脂等よりなるプリント配線基板を用いればよい。基板2はその上面および内部に必要に応じて電気配線(図示せず)を有している。電気配線は基板2の上面だけでなく、基板2として電気配線層と絶縁層とが交互に積層された多層基板を用いて基板2の内部に形成されていてもよい。もちろん、基板2はプリント配線基板に限らず、絶縁層にアルミナ等を用いたセラミック配線基板や、シリコンやガラス等に電気配線を形成した基板を用いてもよい。中でも、汎用性があり低コストに作製できるものとしては、ガラスエポキシ配線基板が好適である。

20

【0027】

基板2上に互いにミラー面10を対向させて配置された2つのミラー部材3は、側面に光信号の伝搬方向を基板2の表面に平行な方向と垂直な方向との間で変換するための傾斜面であるミラー面10を有するとともに、発光素子7または受光素子8の端子電極(図示せず)を発光部または受光部をミラー面10上に位置させて接続するための平坦面である上面11を有しており、基板2の上面から光導波路6の上面にわたる高さ形成されている。また、ミラー部材3は導電性の材料で形成されており、それぞれ基板2に形成された電気配線あるいは後述する光導波路6上に形成された電気配線9と電気的に接続されている。

30

【0028】

ミラー部材3が側面に有するミラー面10は、光信号の伝搬方向を基板2の表面に平行な方向(基板2上に形成された光導波路6の配設方向)と基板2の表面に垂直な方向(基板2の表面から発光素子7の発光部または受光素子8の受光部に向かう方向)との間で変換するため、通常はほぼ45度の傾斜面をなしている。このミラー面10の傾斜角を調整することで、光の反射方向を調整することができる。発光素子7の発光部や受光素子8の受光部の位置に合わせてミラー面10の傾斜角を調整することによって、発光素子7や受光素子8の構造の違いから生じる実装時の光結合効率の違いを最小限にすることができる。

40

【0029】

なお、図2に示す例ではミラー面10の傾斜面の断面形状を直線(平坦面)で示しているが、ミラー面10の断面形状は直線(平坦面)に限られることはなく、凹状や凸状等の円弧状(凹面や凸面等の曲面)になっていてもよい。

【0030】

ミラー部材3の断面形状は、光路変換のための傾斜面であるミラー面10と発光素子7または受光素子8を配設するための平坦面である上面11とを有していることにより、図2に示すように、通常はほぼ台形状となっている。なお、ミラー面10の反対側の側面は、必ず

50

しも図示したようにミラー面10と同様の傾斜面とする必要はないが、このようにほぼ台形状の断面形状とすることによって、反対側の側面もミラー面として利用することができるので、1枚の基板2上に光導波路6ならびに発光素子7および受光素子8をより高密度に実装することができる上、等方的なウェットエッチングでミラー面10を形成する場合には、図示したように左右対称形である方がミラー部材3の作製が容易である。また、ミラー面10と反対側の側面を基板2の上面に対してほぼ垂直な面とすると、光導波路6の上面に露出させるミラー部材3の平坦な上面11の面積を広くとることができるので、発光素子7や受光素子8等の素子実装時の安定化や光導波路6の上面の電気配線9の密着性向上を図ることができる。

【0031】

ミラー部材3は、導電性の材料からなっており、AuやPt, Hg, Cu, Al等の金属や、抵抗体として用いられるTa₂N等の合金や、導電性の樹脂等が用いられる。例えば、基板2にプリント配線基板を用いてその上の電気配線の銅メッキと同時に形成する場合は、ミラー部材3の材料としてはCuを用いることで、通常メッキ工程を使って電気配線と同時に作製することができるため、簡便にかつ低コストに作製することができる。もちろん、ミラー部材3の形成はメッキ工程に限られず、例えば基板2の上面に逆テーパー形状を持つレジストパターンを形成し、このパターンに導電性ペースト等を流し込んで形成することにより、逆テーパー形状の傾斜面に対応したミラー面10を有するミラー部材3を形成することもできる。

【0032】

ミラー面10は光導波路6のコア部4の端面と対向した形で配設されており、図2に示すように、基板2の上面に対して45度の傾きとすることで、発光素子7の発光部より基板2の上面に対して垂直に出た光を基板2の上面に対して平行になるようにほぼ90度の光路変換を行ない、また、コア部4の端面より基板2の上面に平行に出射された光を基板2の上面に対して垂直になるようにほぼ90度の光路変換を行ない、受光素子8の受光部へと導く。ミラー面10とコア部4の端面との距離が長いと、その間で光は拡散されることとなり、コア部4内へ入る光が減少し、受光素子8で受光される光も減少することとなるため、ミラー面10とコア部4の端面との距離は短い方がよい。ただし、その距離が短すぎるとミラー部材3によりコア部4の形状が変形してしまい光路がゆがめられてしまうことがあるため、コア部4の長さはコア部4の端面がミラー部材3の底面の端部に対応する(ミラー部材3の底面の端部の上方にコア部4の端面が位置する)位置にあるのが最も好適である。

【0033】

また、発光素子7および受光素子8は、それぞれの発光部および受光部の中心を通る基板2の上面への垂線が、ミラー部材3上でコア部4の中心線と一致する位置にくるよう配設することで、結合効率を最も高めることができる。

【0034】

なお、より多くの情報を処理するために発光素子7および受光素子8ならびに光導波路6のアレイ化を行なう場合は、発光素子7および受光素子8側のアレイ化のピッチ(配設間隔)に対応させて光導波路6のコア部4もアレイ化を行ない、複数配列するコア部4の断面形状が常に図2に示すような形状となるようにすることが好ましい。この場合には、ミラー部材3は図2の紙面に垂直な方向に細長い台形状とすることで対応させることができる。

【0035】

ミラー部材3の上面11は、ミラー部材3の形成時に同時に平坦面として形成してもよいし、前述のように導電性ペースト等を用いることにより上面が凸状面や凹状面になった場合には、光導波路6の形成後に光導波路6のクラッド部5の上面と同時に上面を研磨することにより平坦面としての上面11を形成することもできる。また、ミラー部材3の形成に際して全面めっき法や蒸着法やスパッタリング法、CVD法等で導電性膜を成膜した後にグレーマスク等を用いてエッチングすることにより、傾斜面であるミラー面10と平坦面である上面11とを同時に形成することもできる。また、型抜き成形等によりミラー部材3を

10

20

30

40

50

別途用意した後、それらを基板 2 の上面に張り合わせて接着することにより、基板 2 上にミラー部材 3 を形成することもできる。この場合には、ミラー部材 3 の下部を基板 2 上の電気配線に接合することによって電氣的に接続するため、接合には金属接合や半田接合あるいは導電性接着剤による接着を用いることができる。

【 0 0 3 6 】

基板 2 上にミラー部材 3 を形成した後、それらミラー部材 3 の対向するミラー面 10 間に配置されるように光導波路 6 を形成する。光導波路 6 を構成するコア部 4 およびコア部 4 を囲むクラッド部 5 の材料としては、例えばポリシラン、アクリル、ポリイミド、エポキシ、シロキサン、ポリシラン、ベンゾシクロブテン (B C B)、メタクリル酸メチル (P M M A)、ポリカーボネート (P C) 等のポリマー材料が好適に使用できる。なお、石英系の材料を使用するには火炎堆積法または C V D 法等のプロセスで光導波路 6 を作製する必要があるが、これらは高温で行なわれるプロセスであり、基板 2 として電気配線基板や特に耐熱性が低い有機材料を用いた基板を用いることができない上、光導波路 6 の作製に真空装置が必要となるので、大面積化が難しく作製コストも高いという難点がある。これに対し、前述のポリマー材料は、低温プロセスによる光導波路 6 の作製が可能で、大面積化への対応も容易であり、しかも低コストで作製することができるため、種々の基板 2 に形成できる点で好適である。コア部 4 およびクラッド部 5 に前述のポリマー材料を用いることにより、光導波路 6 は低温プロセスによる作製が可能で、大面積化への対応も容易であり、かつ低コストに作製できるという効果があるものとなる。

【 0 0 3 7 】

このコア部 4 およびクラッド部 5 の形状や寸法は、例えば、マルチモード光導波路を考えた場合であれば、コア部 4 の厚みを約 $40 \mu\text{m}$ とし、下部クラッド部および上部クラッド部の厚みをそれぞれ約 $30 \mu\text{m}$ とし、約 $100 \mu\text{m}$ の厚みの光導波路 6 とすればよい。

【 0 0 3 8 】

光導波路 6 として、クラッド部 5 内に所定の形状および寸法のコア部 4 を作製する方法には、反応性イオンエッチング法、直接露光法、屈折率変化法 (フォトブリーチング法) 等がある。いずれの方法でも作製可能であるが、最も簡便な作製方法としては、屈折率変化法があげられる。屈折率変化法では、U V (紫外線) 照射により屈折率が低下するというポリシラン系ポリマー材料等における特性を利用することから、現像やエッチング等のフォトリソグラフィ工程を必要としないで簡便に光導波路 6 を作製することができる。

【 0 0 3 9 】

光導波路 6 の形成後、本発明の光電気配線基板 1 では、ミラー部材 3 のように凹凸を有する基板 2 上に光導波路 6 を形成することとなるので、光導波路 6 の上面を平坦化させるために軽く研磨を行なうことが好ましい。この研磨により、光導波路 6 の上面を平坦化するとともに、光導波路 6 のクラッド部 5 で覆われたミラー部材 3 の上面 11 を平坦面としてクラッド部 5 から露出させるとよい。

【 0 0 4 0 】

次に、ミラー部材 3 上の上面 11 を含んで光導波路 6 上に電気配線 9 を形成する。この電気配線 9 は、A u や A l , C u 等の単層膜や T i / A u , N i / A u , C r / A u 等の積層膜を用いてもよい。その電気配線 9 の形成は、プリント配線基板の作製工程で一般的に使われるめっき法により形成することもできるし、蒸着法やスパッタリング法で成膜してリフトオフやエッチングによりパターンングを行なうこともできる。

【 0 0 4 1 】

また、図 1 および図 2 に示すように電気配線 9 を光導波路 6 の上に形成するようにすると、発光素子 7 や受光素子 8 には通常、信号用のパッドとグランド用のパッドとが形成されているため、例えば、ミラー部材 3 の上面 11 と電氣的に接続する電気配線 9 をグランド用に使用した場合には、上面 11 と電氣的に接続しない光導波路 6 上に信号用の電気配線 9 を設ける必要がある。逆に、基板 2 の上面あるいは内部に形成された配線 (図示せず) を利用してミラー部材 3 を通じて発光素子 7 や受光素子 8 への光信号の伝達を行なう場合には、グランド用となる電気配線 9 を光導波路 6 上に設ける必要がある。

【 0 0 4 2 】

以上のようにして作製された本発明の光電気配線基板 1 に、発光素子 7 および受光素子 8 の端子電極を、それぞれの発光部または受光部をミラー面 10 上に位置させて、上面 11 に接続し、各端子電極をミラー部材 3 に電氣的に接続された電気配線 9 と電氣的に接続させる形で発光素子 7 および受光素子 8 の実装を行なう。これにより、発光素子 7 および受光素子 8 の端子電極が光導波路 6 に比較して硬いミラー部材 3 の上面 11 に実装されることによって、発光素子 7 および受光素子 8 を安定して実装することができ、信頼性の高い光電気配線基板 1 を得ることができる。

【 0 0 4 3 】

上述したように、本発明の光電気配線基板 1 によれば、電気配線 9 を有する基板 2 上に、互いにミラー面 10 を対向させて配置された 2 つのミラー部材 3 と、ミラー面 10 間に配置された、コア部 4 およびこのコア部 4 を囲むクラッド部 5 からなる光導波路 6 とを備えており、ミラー面 10 の一方の上に発光素子 7 が配置され、ミラー面 10 の他方の上に受光素子 8 が配置されるものであって、ミラー部材 3 は、導電性の材料からなるとともに電気配線 9 と電氣的に接続されており、側面が光の伝搬方向を基板 2 の表面に平行な方向と垂直な方向との間で変換するミラー面 10 であり、上面 11 に発光素子 7 または受光素子 8 の端子電極が発光部または受光部をミラー面 10 上に位置させて接続されるものであることから、基板 2 上にミラー部材 3 を配設してその側面のミラー面 10 によって光導波路 6 と発光素子 7 および受光素子 8 との間での光路変換手段を得ると同時に、ミラー部材 3 の上面 11 によって発光素子 7 および受光素子 8 と基板 2 の電気配線 9 とのミラー部材 3 を介した電氣的な接続が可能となる。そのため、従来の光電気配線基板における基板に対するミラー面の加工のような困難な加工を必要とせず、また、発光素子および受光素子と電気配線との間の電氣的な接続のための導電性突起部等を別途形成する必要もないので、発光素子 7 および受光素子 8 を高信頼性で実装できるとともに、簡便に作製することができ量産性に優れた光電気結合構造を得ることができるものとなる。

【実施例】

【 0 0 4 4 】

次に、本発明の光電気配線基板の具体的な実施例を、その作製工程を工程毎に示す図 3 を用いて説明する。

【 0 0 4 5 】

図 3 (1) ~ (6) は、それぞれ本発明の光電気配線基板の作製工程の例を示す工程毎の断面図である。

【 0 0 4 6 】

まず、基板 2 には、電気配線 (図示せず) が形成されている基板厚みが $0.6 \mu\text{m}$ のエポキシ樹脂基板を用いた。この基板 2 上にネガ型のフォトレジストを用いて約 45 度の逆テーパ形状の断面を有する貫通孔を有するレジストパターンを形成し、その貫通孔の内部を充填するようにして、電解めっきにより Cu からなるミラー部材 3 を形成し、フォトレジストを除去した。これにより、図 3 (1) に示すように、基板 2 上に互いにミラー面 10 を対向させて、平坦な上面 11 を有する 2 つのミラー部材 3 を配置した。このとき、ミラー部材 3 の高さは $100 \mu\text{m}$ に設定した。

【 0 0 4 7 】

次に、2 つのミラー部材 3 の対向するミラー面 10 間に、光導波路を形成した。光導波路の形成には、UV (紫外線) 照射により屈折率が低下するというポリシラン系ポリマー材料における特性を利用した屈折率変化法を用いた。

【 0 0 4 8 】

まず、図 3 (2) に示すように、ミラー部材 3 を形成した基板 2 上にクラッド部を構成するポリシランをスピコートにより膜厚が約 $33 \mu\text{m}$ となるように塗布し、250 度のオーブンで 2 時間ベークを行ない、下部クラッド層 20 を形成した。ベーク後の下部クラッド層 20 の膜厚は $30 \mu\text{m}$ であった。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

次に、図3(3)に示すように、下部クラッド層20の上にコア部4および側面クラッド層22となる屈折率の高いポリシランをスピンコートにより膜厚が約44 μm となるように塗布し、130度で30分プレバークを行なった。その後、コア幅を40 μm とし、コア部4となる部分のUV光を遮り側面クラッド層22の部分にのみUV光が照射されるフォトマスク21を用いて、側面クラッド層22の部分に約15000 mJ/cm^2 のUV照射を行ない、側面クラッド層22の部分の屈折率を低下させることによって、所定の形状および寸法のコア部4を形成するとともに側面クラッド層22を形成した。その際、ミラー部材3近辺の膜厚は不安定なため、コア部4の両端面がミラー部材3の端に重ならないようにフォトマスク21のパターンを設計した。その後、250度のオープンで2時間バークを行ない、膜厚が約40 μm のコア部4および側面クラッド層22を形成した。

10

【0050】

次に、図3(4)に示すように、上部クラッド層23となるポリシランをスピンコートにより膜厚が約33 μm となるように塗布し、250度のオープンで2時間バークを行ない、上部クラッド層23を形成した。バーク後の上部クラッド層23の膜厚は30 μm であった。以上により、コア幅が40 μm でコア部4の厚みが40 μm であり、下部クラッド層20および上部クラッド層23の膜厚がそれぞれ30 μm で、全体の厚みが100 μm の光導波路6が形成できた。

【0051】

次に、図3(5)に示すように、研磨によりミラー部材3の上面11上の余分なポリシラン膜を除去し、ミラー部材3を形成しているCuの表面が露出して平坦な上面11が形成されるまで軽く研磨を行なった。

20

【0052】

その後、通常的光リソグラフィ法によって、光導波路6上にAuからなる電気配線9を形成した。この電気配線9のうち発光素子7および受光素子8を実装する部分は、導電性のミラー部材3と電氣的接続が得られるように、一部をミラー部材3の上面11に接続させて形成した。これにより、本発明の光電気配線基板1が得られた。

【0053】

最後に、図3(6)に示すように、発光素子7および受光素子8を、発光部または受光部をミラー部材3のミラー面10上に位置させて、それぞれの端子電極をミラー部材3の上面11に接続して実装することにより、本発明の光電気実装基板1を用いて発光素子7および受光素子8を実装した光電気回路基板が完成した。

30

【0054】

このような本発明の光電気配線基板1について、光の挿入損失を測定したところ、損失は小さく十分な結合効率を得られていることが確認できた。これにより本発明によれば、光信号と電気信号との変換が簡便に、かつ安定に確実にこなえて、電気だけでは補えない信号の高速化に対応した光電気配線基板1を得られることが確認できた。

【0055】

なお、本発明は以上の実施の形態の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることは何ら差し支えない。例えば、図4に断面図で示すように、光導波路6を基板2とその上面に積層した上部基板12とでサンドイッチ状に挟み込んでよい。その際、上部基板12には、上部基板12の面内方向と垂直な方向に光信号を通すように上部基板12を貫通している光路用ビア13と、基板2およびミラー部材3と通電されている貫通導体14とを設ける。光路用ビア13はミラー部材3の上方に配置し、その内部は空気とするか、または光学材料の樹脂で充填あるいは中心部の屈折率を高めて光を閉じ込める構造にしてもよい。発光素子7および受光素子8の発光部および受光部は、光路用ビア13の直上にくるように配設され、光路用ビア13内に光を入射させるとともにミラー面10で反射された光を受光部へと導くようにして、光導波路6と結合される。発光素子7および受光素子8への通電は、貫通導体14を用いてもよいし、上部基板12上に形成した電気配線(図示せず)を用いてもよい。この場合には、上部基板12には多層プリント配線板やビルドアップ層を用いて電気配線が行なえて、上部基板12の上面には種々の電子部品を

40

50

搭載することができるので、より高密度で複雑な電気実装が可能なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明の光電気配線基板の実施の形態の一例を示す上面図である。

【図2】図1のA - A'線断面図である。

【図3】(1) ~ (6)は、それぞれ本発明の光電気配線基板の作製工程の例を示す工程毎の断面図である。

【図4】本発明の光電気配線基板の実施の形態の他の例を示す断面図である。

【符号の説明】

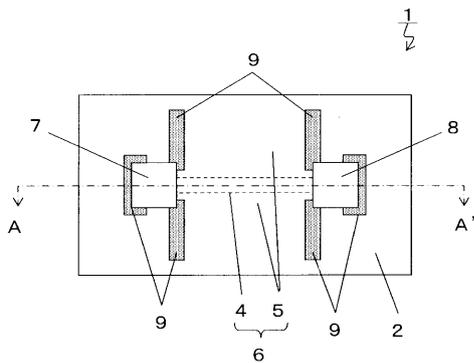
【0057】

- 1・・・光電気配線基板
- 2・・・基板
- 3・・・ミラー部材
- 4・・・コア部
- 5・・・クラッド部
- 6・・・光導波路
- 7・・・発光素子
- 8・・・受光素子
- 9・・・電気配線
- 10・・・ミラー面
- 11・・・上面
- 12・・・上部基板
- 13・・・光路用ビア
- 14・・・貫通導体

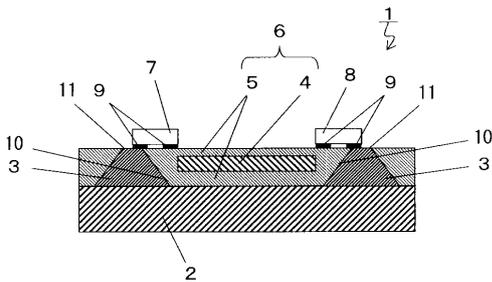
10

20

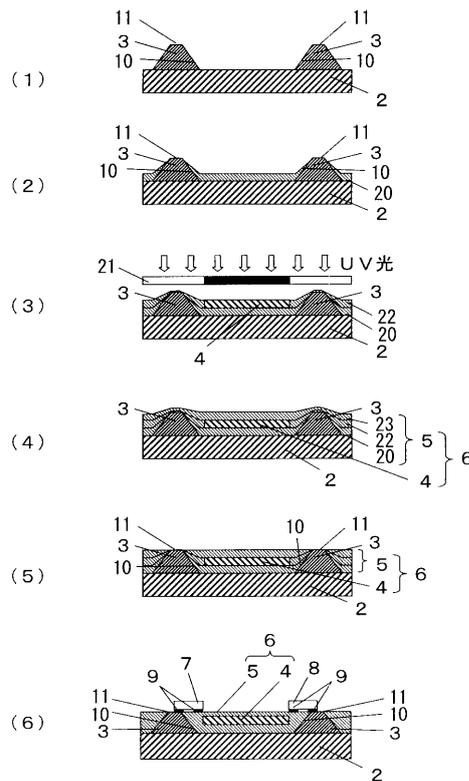
【図1】



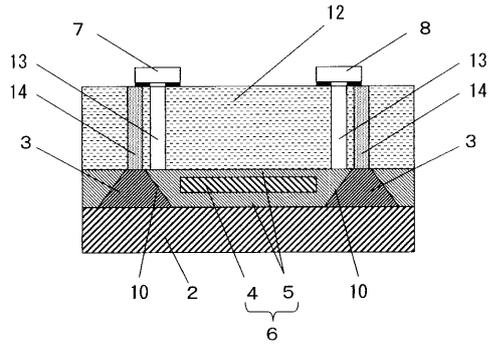
【図2】



【図3】



【 図 4 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B 6 / 0 0 - 6 / 5 4