

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4457545号
(P4457545)

(45) 発行日 平成22年4月28日 (2010. 4. 28)

(24) 登録日 平成22年2月19日 (2010. 2. 19)

(51) Int. Cl.

F I

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 T

請求項の数 13 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-507127 (P2001-507127)
 (86) (22) 出願日 平成12年6月26日 (2000. 6. 26)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2000/004174
 (87) 国際公開番号 W02001/001176
 (87) 国際公開日 平成13年1月4日 (2001. 1. 4)
 審査請求日 平成19年5月25日 (2007. 5. 25)
 (31) 優先権主張番号 特願平11-179646
 (32) 優先日 平成11年6月25日 (1999. 6. 25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000003193
 凸版印刷株式会社
 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光・電気配線基板、実装基板及び光電気配線基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

貫通孔が形成された電気配線基板と、該基板を積層し光を伝播する光配線層と、を具備する光電気配線基板であって、

前記電気配線基板は、

第 1 の面に形成された電気配線と、

前記電気配線と電氣的に接続され、前記第 1 の面の前記貫通孔周辺に設けられ、光部品を設置するための設置手段と、を有し、

前記光配線層は、

コアとクラッドとからなり前記電気配線基板に沿った第 1 の方向に光を伝播する第 1 の導波路と、

前記第 1 の導波路のコアと同一素材であり当該第 1 の導波路のコアと連続するコアと前記第 1 の導波路のクラッドと同一素材であり当該第 1 の導波路のクラッドと連続するクラッドとを有し、前記第 1 の導波路と交差する導波路であって、一部が前記貫通孔内に設けられ、前記電気配線基板に垂直な第 2 の方向に光を伝播する第 2 の導波路と、

を有すること、

を特徴とする光電気配線基板。

【請求項 2】

前記第 1 の導波路と第 2 の導波路とが交差する部位に設けられ、一方の導波路を伝播する光を他方の導波路に向けて反射するミラーと、をさらに具備することを特徴とする請求

10

20

項 1 記載の光電気配線基板。

【請求項 3】

前記第 2 の導波路の一端は、前記第 1 の面に露出していることを特徴とする請求項 2 記載の光電気配線基板。

【請求項 4】

前記第 2 の導波路の一端と接続され、前記第 1 の面に設けられた集光レンズをさらに具備することを特徴とする請求項 2 記載の光電気配線基板。

【請求項 5】

前記第 2 の導波路は、前記第 1 の面から該第 1 の面に対して反対側の第 2 の面にかけて、或いは前記第 2 の面から前記第 1 の面にかけて先細りの形状を有することを特徴とする請求項 2 記載の光電気配線基板。

10

【請求項 6】

前記電気配線と電氣的に接続され、前記第 1 の面に設けられた電気部品を設置するための設置手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の光電気配線基板。

【請求項 7】

前記電気配線は複数の層からなり、
前記貫通孔の内部には前記複数の層間を電氣的に接続する接続手段が設けられていること、
を特徴とする請求項 2 記載の光電気配線基板。

【請求項 8】

20

前記設置手段は、該設置手段に発光素子或いは受光素子を設置した場合に、該発光素子の発光面或いは受光素子の受光面が前記第 2 の導波路の中心軸上に配置されるように設けられていることを特徴とする請求項 2 記載の光電気配線基板。

【請求項 9】

前記請求項 1 記載の光電気配線基板に電気部品を実装した実装基板。

【請求項 10】

前記請求項 2 記載の光電気配線基板に光部品を実装した実装基板。

【請求項 11】

第 1 の面に電気配線を有する電気配線基板に第 1 の貫通孔を形成する工程と、
前記第 1 の貫通孔をクラッドで満たす工程と、
前記第 1 の面に対して反対側の第 2 の面に第 1 のコアと該第 1 のコアを囲むクラッドから成る光配線層を張り合わせる工程と、
前記第 1 の貫通孔の内径より小さい内径を有し、前記電気配線基板と前記第 1 のコア及び該第 1 のコアを囲む前記クラッドとを貫通する第 2 の貫通孔を前記第 1 の貫通孔の中心部に形成する工程と、

30

前記第 2 の貫通孔を第 2 のコアで満たし前記電気配線基板に対して鉛直方向の導波路を形成する工程と、

前記第 1 のコアと前記第 2 のコアとが交差する部位に、一方のコアを伝播する光を他方のコアに向けて反射するミラーを形成する工程と、

を具備することを特徴とする光電気配線基板製造方法。

40

【請求項 12】

第 1 の面に電気配線を有する電気配線基板に第 1 の貫通孔を形成する工程と、
前記第 1 の貫通孔をクラッドで満たす工程と、
第 1 のコアと該第 1 のコアを囲むクラッドから成る光配線層を前記第 1 の面に対して反対側の第 2 の面に沿って形成する工程と、

前記第 1 の貫通孔の内径より小さい内径を有し、前記電気配線基板と前記第 1 のコア及び該第 1 のコアを囲む前記クラッドとを貫通する第 2 の貫通孔を前記第 1 の貫通孔の中心部に形成する工程と、

前記第 2 の貫通孔を第 2 のコアで満たし前記電気配線基板に対して鉛直方向の導波路を形成する工程と、

50

前記第 1 のコアと前記第 2 のコアとが交差する部位に、一方のコアを伝播する光を他方のコアに向けて反射するミラーを形成する工程と、

を具備することを特徴とする光電気配線基板製造方法。

【請求項 13】

前記第 1 の面側の前記第 2 のコアの一端に、集光レンズを形成する工程をさらに具備することを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 記載の光電気配線基板製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【背景技術】

近年、より速い演算処理が可能なコンピュータの製造を目的として、CPU のクロック周波数は益々増大する傾向にある。現在では、1GHz オーダーのクロック周波数を有する CPU が出現するに至っている。

10

【0002】

ところで、一般に、電気素子内部のクロック周波数が高くなるにつれて、電気素子外部の素子間信号速度も高速になる。従って、コンピュータの中のプリント基板上の銅による電気配線には高周波電流が流れる部分が存在することになるので、ノイズの発生により誤動作が生じたり、また電磁波が発生して周囲に悪影響を与えることにもなる。

【0003】

このような問題を解決するために、プリント基板上の銅による電気配線の一部を光ファイバー又は光導波路による光配線に置き換え、電気信号の代わりに光信号を利用することが行われている。なぜなら、光信号の場合は、ノイズ及び電磁波の発生を抑えられるからである。

20

【0004】

しかしながら、電気配線基板には電気配線が形成されており、この電気配線によって電気配線基板表面は非常に大きな凹凸状になっている。光配線は凹凸の影響を受けやすく、その結果光信号の伝搬損失が大きくなることも考えられる。

【0005】

一方、電気配線の一部を光配線に置き換え、電気信号及び光信号を伝播させる光電気配線基板は、その使用目的からすれば、高密度実装又は小型化されていることが望ましい。

【0006】

30

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、高密度実装又は小型化が可能で、高い効率にて光信号を伝播することができる光電気配線基板、実装基板及び光電気配線基板の製造方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、貫通孔が形成された電気配線基板と、該基板を積層し光を伝播する光配線層と、を具備する光電気配線基板であって、前記電気配線基板は、第 1 の面に形成された電気配線と、前記電気配線と電氣的に接続され、前記第 1 の面の前記貫通孔周辺に設けられ、光部品を設置するための設置手段と、を有し、前記光配線層は、コアとクラッドとからなり前記電気配線基板に沿った第 1 の方向に光を伝播する第 1 の導波路と、前記第 1 の導波路のコアと同一素材であり当該第 1 の導波路のコアと連続するコアと前記第 1 の導波路のクラッドと同一素材であり当該第 1 の導波路のクラッドと連続するクラッドとを有し、前記第 1 の導波路と交差する導波路であって、一部が前記貫通孔内に設けられ、前記電気配線基板に垂直な第 2 の方向に光を伝播する第 2 の導波路と、を有すること、を特徴とする光電気配線基板である。

40

【0008】

請求項 11 に記載の発明は、第 1 の面に電気配線を有する電気配線基板に第 1 の貫通孔を形成する工程と、前記第 1 の貫通孔をクラッドで満たす工程と、前記第 1 の面に対して反対側の第 2 の面に第 1 のコアと該第 1 のコアを囲むクラッドから成る光配線層を張り合

50

わせる工程と、前記第 1 の貫通孔の内径より小さい内径を有し、前記電気配線基板と前記第 1 のコア及び該第 1 のコアを囲む前記クラッドとを貫通する第 2 の貫通孔を前記第 1 の貫通孔の中心部に形成する工程と、前記第 2 の貫通孔を第 2 のコアで満たし前記電気配線基板に対して鉛直方向の導波路を形成する工程と、前記第 1 のコアと前記第 2 のコアとが交差する部位に、一方のコアを伝播する光を他方のコアに向けて反射するミラーを形成する工程と、を具備することを特徴とする光電気配線基板製造方法である。

【 0 0 0 9 】

請求項 1 2 に記載の発明は、第 1 の面に電気配線を有する電気配線基板に第 1 の貫通孔を形成する工程と、前記第 1 の貫通孔をクラッドで満たす工程と、第 1 のコアと該第 1 のコアを囲むクラッドから成る光配線層を前記第 1 の面に対して反対側の第 2 の面に沿って形成する工程と、前記第 1 の貫通孔の内径より小さい内径を有し、前記電気配線基板と前記第 1 のコア及び該第 1 のコアを囲む前記クラッドとを貫通する第 2 の貫通孔を前記第 1 の貫通孔の中心部に形成する工程と、前記第 2 の貫通孔を第 2 のコアで満たし前記電気配線基板に対して鉛直方向の導波路を形成する工程と、前記第 1 のコアと前記第 2 のコアとが交差する部位に、一方のコアを伝播する光を他方のコアに向けて反射するミラーを形成する工程と、を具備することを特徴とする光電気配線基板製造方法である。

【 0 0 1 0 】

【発明の効果】

このような構成によれば、高密度実装又は小型化が可能で、高い効率にて光信号を伝播することができる光電気配線基板、実装基板及び光電気配線基板の製造方法を実現することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る実施の形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施の形態に示される全構成要素から幾つかの構成要件が省略されることで発明が抽出された場合、その抽出された発明を実施する場合には省略部分が周知慣用技術で適宜補われるものである。

【 0 0 1 2 】

【発明を実施するための最良の形態】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面に従って説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

【 0 0 1 3 】

< 第 1 の実施形態 >

1 1 . 光・電気配線基板

第 1 の実施形態に係る光・電気配線基板の重要な点は、層に沿った方向に光を伝播する光導波路と該層に垂直な方向に光を伝播する光導波路とを有する光配線層に、電気配線を有し光部品或いは電気部品を実装する基板を積層した着想にある。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、光部品実装側から見た本実施形態に係る光・電気配線基板 1 0 を示している。図 2 は、光部品実装側と反対側から見た光・電気配線基板 1 0 を示している。図 3 は、図 1 或いは図 2 における C - C 方向に沿った断面図を示している。該図 3 に示すように、光・電気配線基板 1 0 は、光配線層 1 2 に電気配線基板 1 1 を積層した構造となっている。

【 0 0 1 5 】

光・電気配線基板 1 0 は、電気配線系としての電気配線基板 1 1、光配線系としての光配線層 1 2 から構成されている。また、後述するように、光・電気配線基板 1 0 の電気配線基板 1 1 上には、光部品（レーザーダイオードやフォトダイオード等）や電気部品（IC 等）が実装される（図 9、図 1 0、図 1 1 参照）。以下、図 1、図 2、図 3 を参照しながら、電気配線基板 1 1、光配線層 1 2 の順にその構成について詳しく説明する。

【 0 0 1 6 】

電気配線基板 11 は、一方の面に電気配線（図示せず）が形成されている基板である。この電気配線基板 11 は、単層の絶縁基板でも、電気配線と絶縁層が交互に積層された多層配線基板であっても良い。また、構成材料として、ガラス布に樹脂を含浸させた絶縁基板でも、ポリイミドフィルムでも、セラミック基板でも良い。

【0017】

この電気配線基板 11 の電気配線が形成された面には、光部品を搭載するパッド 14、15、16、17、並びに、電気部品を搭載するパッド（図示せず）が形成されている。各パッドは、電気配線と電氣的接続されており、該電気配線と電気配線基板 11 上に設けられる光部品或いは電気部品との電氣的接続を取るためのものである。パッドの数は、設置する光部品等有する端子の数や実装する部品数によって決定される。従って、図 1 に示したように、4 つに限定される必要はなく、任意の数であって良い。また、パッド間の間隔についても、実装する光部品等の端子の間隔に対応させた任意の間隔でよい。さらに、パッドの形状についても同様である。すなわち、パッドは設置する光部品の接続端子の形状によって決定される。従って、図 1 に示したように、円形に限定される必要はなく、任意の形状であって良い。一般的には、光部品との接続のためのはんだボールや金属リード等に合わせた形状が考えられる。

【0018】

なお、基板 11 は、後述する鉛直方向導波路 120b 及び鉛直方向クラッド 121b を形成するための孔を有している。また、基板 11 が複数層からなる電気配線を有する場合には、導電性向上の観点から、各電気配線の層間に導体層を設ける構成であってもよい。

【0019】

光配線層 12 は、電気配線基板 11 の他方の面に積層されており、光信号を伝搬させる光導波路としてのコア 120 と、コア 120 より低い屈折率を有しコア 120 を埋没させるクラッド 121 と、コア 120 中を伝播する光を反射するためのミラー 123 とを有している。

【0020】

コア 120 は、電気配線基板 11 に沿って光を伝播する水平方向導波路 120a と基板 11 と光配線層 12 との積層方向、すなわち基板 11 に対して鉛直方向に光を伝播する鉛直方向導波路 120b を有している。この二方向の導波路の形成方法は後述する。コア 120 の材質としては、例えばフッ素系ポリイミド樹脂あるいはフッ素化エポキシ樹脂など導波すべき波長に好適な屈折率を有する樹脂を選択することができる。

【0021】

クラッド 121 は、コア 120 が有する水平方向導波路 120a を埋没させる水平方向クラッド 121a と、同じくコア 120 が有する鉛直方向導波路 120b を埋没させる鉛直方向クラッド 121b とを有している。上述したように、クラッド 121 は、コア 120 よりも低い屈折率を有している。従って、コア 120 の一部から入射した光は、コア 120 とクラッド 121 との境界面で反射を繰り返し、コア 120 中を伝播していく。クラッド 121 の材質としては、例えばフッ素化ポリイミド系樹脂またはフッ素化エポキシ系樹脂等が考えられる。

【0022】

なお、水平方向クラッド 121a と鉛直方向クラッド 121b とのなす角（すなわち、水平方向導波路 120a と鉛直方向導波路 120b とのなす角）は、所望する光伝播経路に応じて決定される。本実施形態及び後述する第 2 の実施形態では、 $\theta = 90^\circ$ の場合を例として説明を行う。また、鉛直方向導波路 120b 及び鉛直方向クラッド 121b の一端は、図 1 に示すように、基板 11 の光部品等を実装する実装面において露出した構成となっている。

【0023】

ミラー 123 は、水平方向導波路 120a と鉛直方向導波路 120b とが交差する部位に形成されており、一方の導波路から入射する光を他方の導波路へと反射する反射鏡である。従って、ミラー 123 の角度は、水平方向導波路 120a と鉛直方向導波路 120b

10

20

30

40

50

とのなす角に依存し、双方の導波路間で適切に光が反射される角度にて形成される。例えば、図3に示した光・電気配線基板10においては、水平導波路120aと鉛直導波路120bとが90度をなすように形成されているから、ミラー123は各導波路の軸と45度を成すように形成されている。

【0024】

このミラー123は、90度刃を持つダイシング加工あるいはRIE等のドライエッチングによる斜めエッチングによって形成される。具体的な形成方法については後述するが、ミラー123は光配線を設けた基準位置を基に形成されるため、光配線のコアとの位置精度は非常に高いものとなる。

【0025】

なお、ミラー123の界面(コア120と反対側の面)は、コア120より屈折率の低い樹脂を接触させるか、空気と接触させる。その他、当該界面に金属薄膜を形成しても良い。

【0026】

次に、光・電気配線基板10上に実装される光部品と該光・電気配線基板10との光軸合わせについて説明する。

【0027】

図3に示した光・電気配線基板10上には、光部品或いは電気部品が実装される。例えば、光・電気配線基板10に受光素子50を実装した実装基板を図9に示す。

【0028】

図9に示すように、水平方向導波路120aの一端から入射した光Lは、ミラー123によって鉛直方向導波路120bへ反射される。そして、鉛直方向導波路120bを伝播した光Lは、受光素子50の受光面へと入射する。このような構成によって光部品と光・電気配線基板10との間で光情報のやり取りをする実装基板においては、光部品と光・電気配線基板10との光軸合わせが重要である。

【0029】

この光部品と光・電気配線基板10との光軸合わせを容易にするために、例えば次に示すような構成を有する変形例が考えられる。

【0030】

図4は、光・電気配線基板10と該光・電気配線基板10に実装される受光素子との光軸合わせを容易にする例を示している。この例は、鉛直方向導波路120bの光部品実装面側の一端に集光レンズ13を設置した点をその特徴としている。図4に示す光・電気配線基板10では、鉛直方向導波路120bを伝播した光はレンズ13によって集光されるから(図10参照)、より高精度の光軸あわせを実現することができる。

【0031】

一方、図4に示す光電気配線基板10に発光素子を実装した場合にも光軸あわせの効果は期待できる。すなわち、発光素子から発せられたレーザ光は、集光レンズ13にて鉛直方向導波路120bの光軸に集められることになる。従って、例えば、レーザ光が鉛直方向導波路120bの光軸からずれて集光レンズ13に入射した場合であっても、高精度の光軸あわせが実現されている。

【0032】

図5は、光・電気配線基板10と該光・電気配線基板10に実装される発光素子との光軸合わせを容易にする例を示している。この例に示す光・電気配線基板10の特徴は、その径が光部品実装面からミラー123に行くに従って小さくなるようなテーパ形状の鉛直方向導波路120cを有する点である。このようなテーパ形状の鉛直方向導波路120cであれば、該導波路120cを伝播する光は光部品実装面からミラー123に進むに従って集光されるから(図11参照)、より高精度の光軸あわせを実現することができる。

【0033】

(光・電気配線基板の製造方法1)

次に、本実施形態に係る光・電気配線基板10の第1の製造方法について、コア120

10

20

30

40

50

(すなわち、水平方向導波路 1 2 0 a 及び鉛直方向導波路 1 2 0 b) とクラッド 1 2 1 (すなわち、水平方向クラッド 1 2 1 a 及び鉛直方向クラッド 1 2 1 b) に焦点を当てて、図 6 A ~ 図 6 H を参照しながら説明する。

【 0 0 3 4 】

図 6 A ~ 図 6 H は、光・電気配線基板 1 0 の製造方法の各工程を示した図であり、実行順に並べられている。

【 0 0 3 5 】

まず、図 6 A に示す様に、電気配線並びにパッド 1 4、1 5、1 6、1 7 (但し、パッド 1 4、1 6 については図示せず。) を有する 1 2 5 μm 厚のポリイミド基板である電気配線基板 1 1 に、レーザにて 1 0 0 μm の貫通孔 (スルーホール) 3 0 を開ける。なお、図 6 A においては、貫通孔 (スルーホール) 3 0 によってあたかも電気配線基板 1 1 が分割されているように図示されているが、これはわかりやすくするための便宜上の表示である。言うまでもないが、貫通孔 (スルーホール) 3 0 は、例えば図 1 に示すように単なる貫通孔である (以下、図 7 A、図 8 A についても同様である)。

【 0 0 3 6 】

次に、図 6 B に示すように、電気配線基板 1 1 の貫通孔 (スルーホール) 3 0 の内面を、例えば屈折率 1 . 5 2 に調整したフッ素化エポキシ樹脂である鉛直方向クラッド 1 2 1 b で埋め、2 0 0 で硬化させる。

【 0 0 3 7 】

次に、図 6 C に示すように、電気配線基板 1 1 のパッドが形成されていない側の面に、屈折率 1 . 5 2 に調整したフッ素化エポキシ樹脂を塗布する。その後、塗布したフッ素化エポキシ樹脂を 2 0 0 で硬化させ、例えば膜厚を 2 0 μm として、水平方向クラッド 1 2 1 a の一部を形成する。

【 0 0 3 8 】

次に、屈折率 1 . 5 3 に調整したフッ素化エポキシ樹脂を塗布し、2 0 0 で硬化させ、8 μm 厚とし、定法によりドライエッチングにて図 6 D に示す水平方向導波路 1 2 0 a を形成する。このときの水平方向導波路 1 2 0 a の幅は、例えば 8 μm である。

【 0 0 3 9 】

次に、図 6 E に示すように、屈折率 1 . 5 2 に調整したフッ素化エポキシ樹脂を水平方向導波路 1 2 0 a に塗布する。その後、塗布したフッ素化エポキシ樹脂を硬化させ、例えば膜厚を 2 0 μm として、水平方向クラッド 1 2 1 a の残りの部分を形成する。

【 0 0 4 0 】

以上の構成により、光配線層 1 2 が完成する。

【 0 0 4 1 】

続いて、図 6 F に示すように、エキシマレーザにて、鉛直方向クラッド 1 2 1 b にて埋められた貫通孔 (スルーホール) 3 0 の中心部分に、該貫通孔 (スルーホール) 3 0 の内径よりも小さい内径を持つ貫通孔 (スルーホール) 3 2 を開ける。その結果、貫通孔 (スルーホール) 3 2 の側面は、鉛直方向クラッド 1 2 1 b によって被覆されることになる。

【 0 0 4 2 】

なお、図 5 に示したテーパ形状を有する光導波路 1 2 1 c を形成する場合には、図 6 F に示した工程において、レーザ加工時にレーザ光を光学系にて絞り込み、該レーザ光を光部品等の実装面側から照射することにより、図 5 に示した鉛直方向クラッド 1 2 1 c の形状に対応した貫通孔 (スルーホール) 3 2 を形成することができる。

【 0 0 4 3 】

次に、図 6 G に示すように、電気配線基板 1 1 の貫通孔 (スルーホール) 3 2 を、水平方向導波路 1 2 0 a と同じ材料のフッ素化エポキシ樹脂で埋める。その後、該フッ素化エポキシ樹脂を 2 0 0 で硬化することにより、鉛直方向導波路 1 2 0 b を形成することができる。

【 0 0 4 4 】

次に、図 6 H に示すように、水平方向導波路 1 2 0 a と鉛直方向導波路 1 2 0 b とが交

10

20

30

40

50

差する部位に、90度刃によるダイシング加工或いはRIEの斜めエッチングによって、電気配線基板11の面に対して45度の面を持つミラー123を形成する。このミラー123は、スパッタ、蒸着などによって、金属反射膜を有するミラーにしても良い。ミラー123の形成は、電気配線基板11が光配線層12との接着面において有するアライメントマーク(図示せず)を基準として実行される。

【0045】

なお、図4で示したレンズ13は、Tg或いは融点が低く、鉛直方向導波路120bと同じ屈折率であり、感光性を有するアクリル系樹脂の矩形パターンを光スルーホールの露出部上に形成し、200℃にて溶融させることにより容易に形成できる。

【0046】

(光・電気配線基板の製造方法2)

次に、本実施形態に係る光・電気配線基板10の第2の製造方法について、第1の製造方法と同じくコア120とクラッド121に焦点を当てて、図7A~図7Fを参照しながら説明する。第1の製造方法と大きく異なる点は、光配線層12を電気配線基板11に直接形成せずに、別途形成された光配線層12と電気配線基板11とを張り合わせることである。

【0047】

図7A~図7Fは、光・電気配線基板10の製造方法の各工程を示した図であり、実行順に並べられている。

【0048】

まず、図7Aに示すように、電気配線(図示せず)並びにパッド14、15、16、17(但し、パッド14、16については図示せず。)、300μm径の貫通孔(スルーホール)30を有するガラス/ポリイミド多層基板を電気配線基板11として用いる。

【0049】

次に、図7Bに示すように、電気配線基板11の貫通孔(スルーホール)30を、屈折率1.52に調整したフッ素化エポキシ樹脂で埋める。その後、該フッ素化エポキシ樹脂を200℃で硬化させ、鉛直方向クラッド121bを得る。

【0050】

次に、図7Cに示すように、フィルム化した光配線層12を電気配線基板11へ接着剤(図示せず)を介して貼り合わせる。この光配線層12は、別途用意されたシリコンウエハー上に、定法にて予め形成されたものである。また光配線層12を構成するコア120には屈折率が1.53、クラッド121には屈折率が1.52のフッ素化エポキシ樹脂を用いる。コア120のサイズは、例えば40μm×40μmである。また、光配線層12と電気配線基板11との接着に用いる接着剤の屈折率は、貫通孔(スルーホール)30を埋めた鉛直方向クラッド121bの屈折率と同じものを用いる。

【0051】

次に、図7Dに示すように、エキシマレーザにて、埋められた貫通孔(スルーホール)30の中心部分に、該貫通孔(スルーホール)30の内径よりも小さい内径を持つ貫通孔(スルーホール)32を開ける。その結果、貫通孔(スルーホール)32の側面は、鉛直方向クラッド121bによって被覆されることになる。

【0052】

なお、図5に示したテーパ形状を有する光導波路121cを形成する場合には、第1の製造方法で述べたように、図7Dに示した工程において、レーザ加工時にレーザ光を光学系にて絞り込み、該レーザ光を光部品等の実装面側から照射する。その結果、図5に示した鉛直方向クラッド121cの形状に対応した貫通孔(スルーホール)32を形成することができる。

【0053】

次に、図7Eに示すように、電気配線基板11の貫通孔(スルーホール)32を、水平方向導波路120aと同じ材料のフッ素化エポキシ樹脂で埋める。その後、該フッ素化エポキシ樹脂を200℃で硬化することにより、鉛直方向導波路120bを形成することが

10

20

30

40

50

できる。

【 0 0 5 4 】

次に、図 7 F に示すように、水平方向導波路 1 2 0 a と鉛直方向導波路 1 2 0 b とが交差する部位に、90 度刃によるダイシング加工或いは R I E の斜めエッチングによって、電気配線基板 1 1 の面に対して 45 度の面を持つミラー 1 2 3 を形成する。このミラー 1 2 3 は、スパッタ、蒸着などによって、金属反射膜を有するミラーにしても良い。なお、このミラー 1 2 3 の形成は、第 1 の製造方法と同様に電気配線基板 1 1 のアライメントマーク（図示せず）を基準として実行される。

【 0 0 5 5 】

また、図 4 で示した、レンズの形成は、T g 或いは融点の低い、感光性を有するアクリル系樹脂の矩形パターンを鉛直方向導波路 1 2 0 b の露出部上に形成し、200℃にて溶融させることにより容易に形成できる。

【 0 0 5 6 】

（実装基板の製造方法）

次に、第 1 の実施形態に係る光・電気配線基板 1 0 に光部品等を実装した実装基板の製造方法について説明する。

【 0 0 5 7 】

図 9 は、光・電気配線基板 1 0 に受光素子 5 0 のリード 5 0 1 をハンダ付けした実装基板を示している。

【 0 0 5 8 】

図 9 に示すように、光部品及び電気部品と光・電気配線基板 1 0 との電氣的接続は、半田 5 5 による、パッドと各部品の金属リード 5 0 1 との半田接合によって行われる。また、光部品等が金属リードを有さない場合の電気接続は、はんだボール等によって行う。

【 0 0 5 9 】

図 10 は、集光レンズ 1 3 を設けた光・電気配線基板 1 0 に受光素子 5 0 のリード 5 0 1 をハンダ付けした実装基板を示している。

【 0 0 6 0 】

図 10 に示すように、光配線層 1 2 の水平導波路 1 2 0 a を伝播したレーザ光 L は、ミラー 1 2 3 で反射される。そして、レーザ光 L は、鉛直導波路 1 2 0 b を伝播した後、レンズ 1 3 を介して効率良く受光面 5 0 0 へ到達する。

【 0 0 6 1 】

図 11 は、テーパ形状の光導波路 1 2 0 を有する光・電気配線基板 1 0 に発光素子 5 2 のリード 5 2 1 をハンダ付けした実装基板を示している。

【 0 0 6 2 】

図 11 に示すように、発光素子 5 2 の発光面 5 2 0 から放出されたレーザ光 L は、鉛直方向導波路 1 2 0 b を伝播し、ミラー 1 2 3 で反射された後、水平方向導波路 1 2 0 a を伝播する。このとき、鉛直方向導波路 1 2 0 b は基板 1 1 の実装面側からミラー 1 2 3 に進むに従ってコア径が小さくなっているから、発光面の光軸と鉛直方向導波路 1 2 0 b の光軸を合わせることが容易になる。

【 0 0 6 3 】

以上述べた構成によれば、以下の効果を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

電気配線を有する基板の上に光配線層を設けるので、高密度実装又は小型化が可能であるという効果がある。

【 0 0 6 5 】

鉛直方向導波路の一端にレンズを形成したり、あるいは、鉛直方向導波路をテーパ形状にすることにより、光部品と鉛直方向導波路との光軸合わせが容易になる。その結果、光部品と電気部品とを同時に自動的実装できるという効果がある。

【 0 0 6 6 】

光配線層 1 2 は電気配線基板 1 1 の平坦な面（すなわち、電気配線が形成されていない

10

20

30

40

50

面)と接着されている。従って、光配線層12は、電気配線等の凹凸による影響を受けず、低い減衰率にて光信号を伝播させることができる。

【0067】

光配線層12を電気配線基板11に接着した後に、ミラー123が形成されている。また、該形成においては、電気配線基板11のアライメントマークが基準とされている。従って、高い精度のミラー形成を実現することができる。

【0068】

光配線層12に電気配線基板11を積層し、該電気配線基板11上に光部品等を実装する構成である。従って、電気配線、パッド、電気配線とパッドとを接続する接続手段とを全て電気配線基板11の片面に設けることができ、装置の簡略化及び製造の簡単化を図ることができる。

10

【0069】

鉛直方向導波路120b及び鉛直方向クラッド121bは、電気配線基板11の一方の面から他方の面まで貫通する光配線を形成している。従って、光信号は、電気配線基板11の表面までコア120(すなわち、鉛直方向導波路120b)を伝播し、光部品へと入射する。また、光信号は、光部品から発せられてからすぐにコア120中を伝播することになる。その結果、光の減衰率を低くすることができ、効率のよい光信号のやり取りを可能とする。また、鉛直方向導波路120b及び鉛直方向クラッド121bは、その一端の表面にて外光を反射するから、ノイズ除去としての機能をも果たしている。

【0070】

20

<第2の実施形態>

本発明の第2の実施形態について、図8A、図8B、図8Cに基づいて以下詳細に説明する。

【0071】

2-1. 光・電気配線基板

第2の実施形態に係る光・電気配線基板の重要な点は、層に沿った方向に光を伝播する光導波路を有する光配線層に、電気配線を有し光部品或いは電気部品を実装する基板を積層した着想にある。

【0072】

図8Cは、光配線であるコアパターンに沿って切断した第2の実施形態に係る光・電気配線基板10の断面図を示している。図8Cに示すように、光・電気配線基板10は、光配線層62に電気配線基板11を積層した構造となっている。

30

【0073】

電気配線基板11は、片面に電気配線(図示せず)、並びに、光部品を搭載するパッド14、15、16、17(但し、パッド14、16は図示せず。)、並びに、電気部品を搭載するパッド(図示せず)が配置され、他方の面で光配線層62が接着される構造をとる。

【0074】

また、電気配線基板11には、該基板11を垂直に貫通する貫通孔(スルーホール)30が形成されている。この貫通孔(スルーホール)30は光を通過させるための孔である。後述するように、貫通孔(スルーホール)30を介して、電気配線基板11上に実装された光部品と光配線層62との間で光情報をやり取りすることができる。

40

【0075】

なお、第1の実施形態において説明したとおり、この電気配線基板11は、単層の絶縁基板でも、電気配線と絶縁層が交互に積層された多層配線基板でも良い。また、構成材料として、ガラス布に樹脂を含浸させた絶縁基板でも、ポリイミドフィルムでも、セラミック基板でも良い。また、電気配線基板11の有する電気配線が複数の層からなる場合には、貫通孔(スルーホール)30の内面に電気配線の層間を電気接続する導体層を設ける構成であってもよい。

【0076】

50

光配線層 6 2 は、光信号を伝播させる光配線としてコア 6 2 0 と、コア 6 2 0 より低い屈折率を有し該コア 6 2 0 を埋没させるクラッド 6 2 1 を有している。

【 0 0 7 7 】

さらに、光配線層 6 2 は、電気配線を有する基板 1 1 を貫通孔（スルーホール）3 0 の一端（図 8 C では下端）と接続している。そして、この接続部分には、電気配線基板 1 1 の面に対して 4 5 度の面を持つミラー 1 2 3 が設けられている。なお、貫通孔（スルーホール）3 0 の他端（図 8 C では上端）は、電気配線基板 1 1 の表面に露出している。

【 0 0 7 8 】

ミラー 1 2 3 は、9 0 度刃を持つダイシング加工あるいは R I E 等のドライエッチングによる斜めエッチングによって形成される。具体的な形成方法については後述するが、ミラー 1 2 3 は光配線を設けた基準位置を基に形成できるため、光配線のコアとの位置精度は非常に高いものとなる。

【 0 0 7 9 】

なお、ミラー 1 2 3 は、貫通孔（スルーホール）3 0 を通過する光の進路とコア 6 2 0 を伝播する光の進路とが交差する部位に形成されており、貫通孔（スルーホール）3 0 とコア 6 2 0 との間でやり取りされる光情報を反射する反射鏡である。従って、ミラー 1 2 3 の角度は、貫通孔（スルーホール）3 0 とコア 6 2 0 とのなす角に依存し、双方の間で適切に光情報のやりとりができるような角度にて形成される。例えば、図 8 C に示した光・電気配線基板 6 0 においては、貫通孔（スルーホール）3 0 とコア 6 2 0 とが 9 0 度をなすように形成されている。したがって、ミラー 1 2 3 は貫通孔（スルーホール）3 0 及びコア 6 2 0 と 4 5 度を成すように形成されている。

【 0 0 8 0 】

（光・電気配線基板の製造方法）

第 2 の実施形態に係る光・電気配線基板 6 0 の製造方法を、図 8 A、図 8 B、図 8 C の流れに従って説明する。

【 0 0 8 1 】

図 8 A に示すように、電気配線並びにパッド 1 4、1 5、1 6、1 7（但し、パッド 1 4、1 6 は図示せず。）を有する 1 2 5 μm 厚のポリイミド基板を電気配線基板 1 1 として、レーザにて 1 0 0 μm の貫通孔（スルーホール）3 0 を開ける。

【 0 0 8 2 】

次に、図 8 B に示すように、光配線層 6 2 を電気配線基板 1 1 の裏面（すなわち、電気配線並びに各パッドが形成されている面と反対側の面）に接着する。この接着は、電気配線基板 1 1 が光配線層 1 2 との接着面において有するアライメントマーク（図示せず）が基準とされる。

【 0 0 8 3 】

次に、図 8 C に示すように、電気配線基板 1 1 の面に平行な光配線のコアと垂直な光スルーホールのコアとの接続部分に、9 0 度刃によるダイシング加工或いは R I E の斜めエッチングによって、基板 3 1 の面に対して 4 5 度の面を持つミラー 1 2 3 を設ける。ミラー 1 2 3 は、スパッタ、蒸着などによって、金属反射膜を有するミラーにしても良い。なお、このミラー 1 2 3 の形成は、電気配線基板 1 1 が光配線層 6 2 との接着面において有するアライメントマーク（図示せず）を基準として実行される。

【 0 0 8 4 】

ところで、光配線層 6 2 は、以下の様にして予め製造される。

【 0 0 8 5 】

まず、シリコンウエハ等の支持基板上に、クラッド 6 2 1 の一部として、屈折率 1 . 5 2 に調整したフッ素化エポキシ樹脂を電気配線基板 1 1 の片面に塗布し、2 0 0 で硬化させ、膜厚を 2 0 μm とする。

【 0 0 8 6 】

さらに、屈折率 1 . 5 3 に調整したフッ素化エポキシ樹脂を塗布し、2 0 0 で硬化させ、8 μm 厚とし、定法によりドライエッチングにて光導波路としてのコア 6 2 0 を形成

10

20

30

40

50

する。このとき、コア 6 2 0 の幅は例えば 8 μm とする。

【 0 0 8 7 】

その上から、屈折率 1 . 5 2 に調整したフッ素化エポキシ樹脂を同様に塗布した後、硬化させてクラッド 6 2 1 の残りの部分を形成する。このとき、例えばクラッド 6 2 1 の残りの部分のコア 6 2 0 からの膜厚は、例えば 2 0 μm とする。その後、支持基板から光配線層 6 2 を剥離することで、光配線層 6 2 を得ることができる。

【 0 0 8 8 】

なお、本実施形態に係る光電気配線基板 6 0 の他の製造方法としては、ポリイミド基板 1 1 上に光配線層を順次形成する方法がある。この方法を採用する際には、貫通孔（スルーホール）3 0 を一時的に塞いだ状態で光配線層を形成するか、光配線層を形成後に貫通孔（スルーホール）3 0 を作成する必要がある。

【 0 0 8 9 】

（実装基板の製造方法）

次に、第 2 の実施形態に係る光・電気配線基板 6 0 に光部品等を実装した実装基板の製造方法について説明する。

【 0 0 9 0 】

図 1 2 は、光・電気配線基板 6 0 に受光素子 5 0 のリード 5 0 1 をハンダ付けした実装基板を示している。

【 0 0 9 1 】

図 1 2 に示すように、光部品及び電気部品と光・電気配線基板 6 0 との電氣的接続は、半田 5 5 による、パッドと各部品の金属リード 5 0 1 との半田接合によって行われる。また、光部品等が金属リードを有さない場合の電気接続は、はんだボール等によって行う。

【 0 0 9 2 】

光配線層 6 2 を伝播したレーザ光 L は、ミラー 1 2 3 で反射される。そして、レーザ光 L は、貫通孔（スルーホール）3 0 を通過して受光面 5 0 0 へ到達する。

【 0 0 9 3 】

以上述べた構成によれば、以下の効果を得ることができる。

【 0 0 9 4 】

電気配線基板の電気配線が無い面に光配線層を形成することができるため、光配線層は平滑となり、光信号の減衰が少ないという効果がある。

【 0 0 9 5 】

電気配線（或いはパッド）を形成する面と光配線層を形成する面を電気配線基板の異なる面とする構成になっている。従って、電気配線への光部品、電気部品の実装時（ハンダ付け）においては光配線層が電気配線基板の下側となるから、熱による光配線層への影響が少ないという効果がある。

【 0 0 9 6 】

光配線層 6 2 を電気配線基板 1 1 に接着した後に、ミラー 1 2 3 が形成されている。また、該形成においては、電気配線基板 1 1 のアライメントマークが基準とされている。従って、高い精度のミラー形成を実現することができる。

【 0 0 9 7 】

光配線層 6 2 に電気配線基板 1 1 を積層し、該電気配線基板 1 1 上に光部品等を実装する構成である。従って、電気配線、パッド、電気配線とパッドとを接続する接続手段とを全て電気配線基板 1 1 の片面に設けることができ、装置の簡略化及び製造の簡単化を図ることができる。

【 0 0 9 8 】

第 2 の実施形態に係る光電気配線基板 6 0 は、貫通孔（スルーホール）3 0 によって電気配線基板 1 1 の一方の面から他方の面へと光信号を通過させる構成である。従って、該貫通孔（スルーホール）3 0 の内部にコア及びクラッドによる光配線を形成する場合と比較して、装置の簡略化及び製造の簡単化を図ることができる。

【 0 0 9 9 】

以上、本発明を実施形態に基づき説明したが、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変形例及び修正例についても本発明の範疇に属するものと了解される。例えば以下に示す(1)、(2)のように、その要旨を変更しない範囲で種々変形可能である。

【0100】

(1)図5及び図11では、電気配線基板の光部品実装面からミラー123方向に掛けてテーパ形状の鉛直方向導波路120bを示した。これは、光電気配線基板10に発光素子52を実装する場合を想定したからである。

【0101】

これに対し、光電気配線基板10に受光素子50を実装する場合には、電気配線基板の光配線層12接着側から光部品実装側に掛けてテーパ形状の鉛直方向導波路120bを有する光電気配線基板10も考えられる。該テーパ形状の鉛直方向導波路120bは、例えば図6Fに示した工程において、レーザ光を光配線層12側から照射すればよい。

【0102】

(2)光配線層に形成されるミラーは、光を適切に入射或いは反射させるためのものであり、角度や形成位置が重要である。従って、同様の機能を実現するものであれば、上記各実施形態で示したミラー123の形状に限定する必要はなく、例えば、図13に示すようなミラー123であってもよい。

【0103】

【産業上の利用可能性】

以上述べたように、本発明によれば、高密度実装又は小型化が可能で、高い効率にて光信号を伝播することができる光電気配線基板、実装基板及びそれらの製造方法を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、光部品実装側から見た光・電気配線基板10を示している。

【図2】 図2は、光部品実装側とは反対側から見た光・電気配線基板10を示している。

【図3】 図3は、図1或いは図2におけるC-C(コアパターン)方向に沿った断面図を示している。

【図4】 図4は、実装される受光素子との光軸合わせを容易にする光・電気配線基板10の一例を示している。

【図5】 図5は、実装される受光素子との光軸合わせを容易にする光・電気配線基板10の一例を示している。

【図6】 図6A～図6Hは、光・電気配線基板10の製造方法の各工程を示した図である。

【図7】 図7A～図7Fは、光・電気配線基板10の製造方法の各工程を示した図である。

【図8】 図8A、図8B、図8Cは、光・電気配線基板10の製造方法の各工程を示した図である。

【図9】 図9は、光・電気配線基板10に受光素子50のリード501をハンダ付けした実装基板を示している。

【図10】 図10は、集光レンズ13を設けた光・電気配線基板10に受光素子50のリード501をハンダ付けした実装基板を示している。

【図11】 図11は、テーパ形状の光導波路121cを有する光・電気配線基板10に発光素子52のリード521をハンダ付けした実装基板を示している。

【図12】 図12は、光・電気配線基板60に発光素子52のリード521をハンダ付けした実装基板を示している。

【図13】 図13は、光・電気配線基板10の変形例を示している。

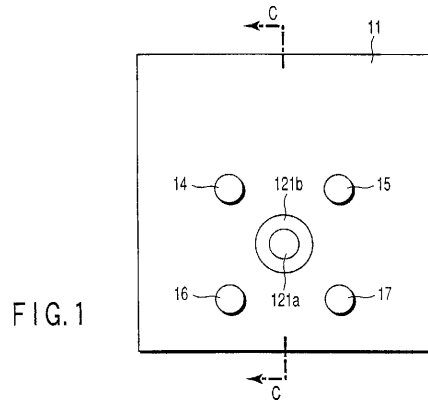
10

20

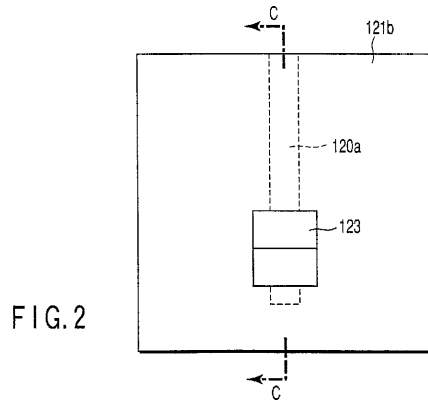
30

40

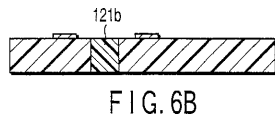
【図 1】



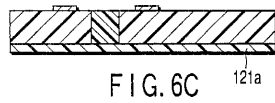
【図 2】



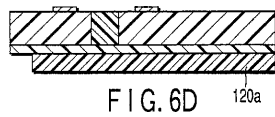
【図 6 B】



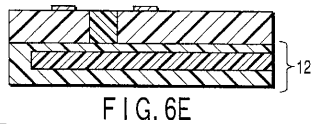
【図 6 C】



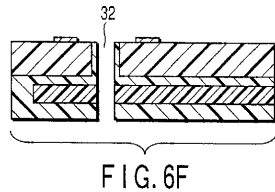
【図 6 D】



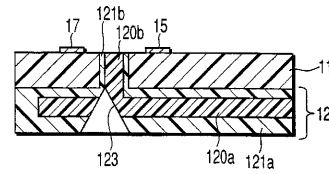
【図 6 E】



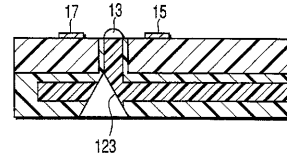
【図 6 F】



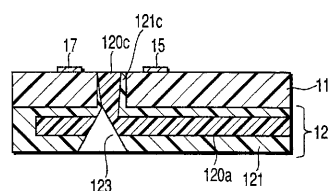
【図 3】



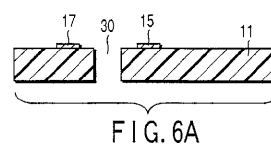
【図 4】



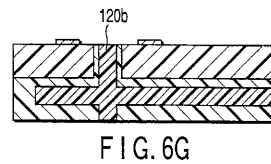
【図 5】



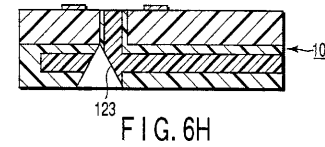
【図 6 A】



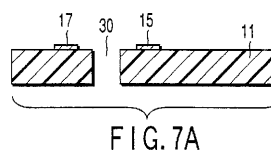
【図 6 G】



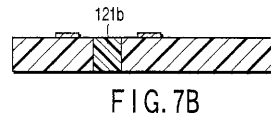
【図 6 H】



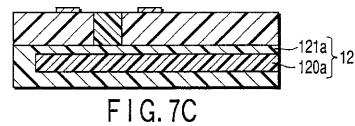
【図 7 A】



【図 7 B】



【図 7 C】



【図 7 D】

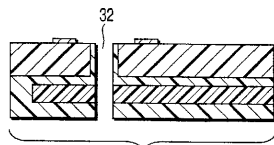


FIG. 7D

【図 7 E】

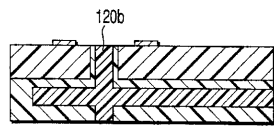


FIG. 7E

【図 7 F】

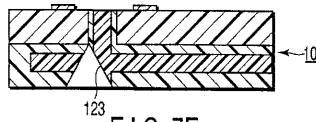


FIG. 7F

【図 8 A】

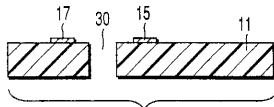


FIG. 8A

【図 8 B】



FIG. 8B

【図 1 1】

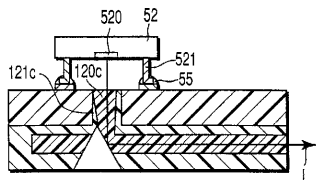


FIG. 11

【図 1 2】

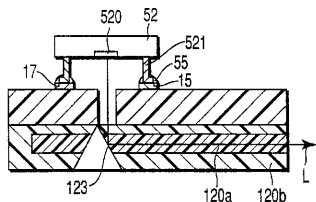


FIG. 12

【図 1 3】

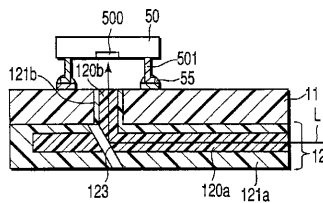


FIG. 13

【図 8 C】

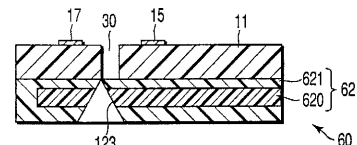


FIG. 8C

【図 9】

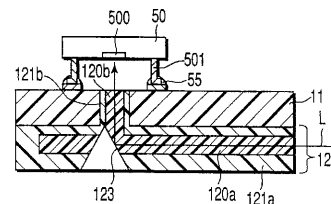


FIG. 9

【図 1 0】

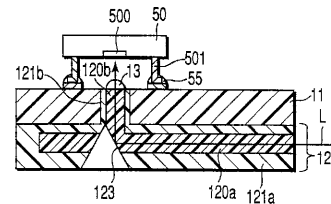


FIG. 10

フロントページの続き

- (72)発明者 塚本 健人
日本国東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
- (72)発明者 吉田 政吉
日本国東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
- (72)発明者 湊 孝夫
日本国東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

審査官 吉田 英一

- (56)参考文献 特開2000-081524(JP,A)
特開平09-281352(JP,A)
特開平05-264833(JP,A)
特表昭61-500941(JP,A)
特開平10-126018(JP,A)
特開2000-298216(JP,A)
米国特許第05125054(US,A)
特開平05-297234(JP,A)
特開平06-132516(JP,A)
米国特許第05600741(US,A)
米国特許第06285808(US,B1)
特開平11-248956(JP,A)
国際公開第99/032913(WO,A1)
米国特許第05835646(US,A)
実開昭62-199704(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/122
G02B 6/42
H05K 1/02