

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5461897号  
(P5461897)

(45) 発行日 平成26年4月2日 (2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日 (2014.1.24)

(51) Int. Cl.

F I

**H05K 3/46 (2006.01)**

H05K 3/46

Q

**G02B 6/13 (2006.01)**

G02B 6/12

M

**G02B 6/122 (2006.01)**

G02B 6/12

B

**G02B 6/42 (2006.01)**

G02B 6/42

**H05K 1/02 (2006.01)**

H05K 1/02

T

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-146398 (P2009-146398)

(22) 出願日 平成21年6月19日 (2009.6.19)

(65) 公開番号 特開2011-3774 (P2011-3774A)

(43) 公開日 平成23年1月6日 (2011.1.6)

審査請求日 平成24年5月16日 (2012.5.16)

(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 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

審査官 沼生 泰伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路積層配線基板及びその製造方法と実装構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

接続用のパッドを有する配線基板と、

前記配線基板の上に形成され、前記パッドに到達する第1のビアホールを備えた第1クラッド層と、

前記ビアホールを充填して形成され、前記第1クラッド層の面から突出して半球状に広がる突出部を有する第1の導体部分と、

前記第1クラッド層上の、前記第1の導体部分が配置された層間接続領域を除く領域に形成されたコア層と、

前記第1クラッド層、前記コア層及び前記第1の導体部分を覆って形成された第2クラッド層と、

前記第2クラッド層に形成され、前記第2クラッド層に埋設された前記第1の導体部分の前記半球状の部分に到達する第2のビアホールと、

前記第2のビアホールに充填され、前記第2クラッド層の表面と同じ面に露出して形成され、前記第1の導体部分の突出部に電氣的に接続された第2の導体部分とを含むことを特徴とする光導波路積層配線基板。

【請求項 2】

接続用のパッドを有する配線基板と、

前記配線基板の上に形成され、前記パッドに到達する第1のビアホールを備えた第1クラッド層と、

10

20

前記ビアホールを充填して形成され、前記第 1 クラッド層の面から突出して半球状に広がる突出部を有する第 1 の導体部分と、

前記第 1 クラッド層の上の、前記第 1 の導体部分が配置された層間接続領域を除く領域に形成されたコア層と、

前記第 1 クラッド層、前記コア層及び前記第 1 の導体部分を覆って形成された第 2 クラッド層と、

前記第 2 クラッド層に形成され、前記第 2 クラッド層に埋設された前記第 1 の導体部分の前記半球状の部分に到達する第 2 のビアホールと、

前記第 2 のビアホールに充填され、前記第 2 クラッド層の表面と同じ面に露出して形成され、前記第 1 の導体部分の突出部に電氣的に接続された第 2 の導体部分と、

前記第 1 クラッド層、前記コア層及び前記第 2 クラッド層からなる光導波路基板に形成された反射ミラーと、

前記第 2 の導体部分に接続された状態で前記第 2 クラッド層の上に実装され、前記反射ミラーの上に光出射面又は光入射面が配置された光学部品とを有することを特徴とする実装構造。

#### 【請求項 3】

接続用のパッドを有した配線基板を用意する工程と、

前記配線基板の前記パッドが形成されている側の面に、第 1 クラッド層を形成後、該第 1 クラッド層に、前記パッドに達する第 1 のビアホールを形成する工程と、

前記第 1 のビアホールを導電性材料で充填して、前記第 1 クラッド層の面から突出して半球状に広がる突出部を有する第 1 の導体部分を形成する工程と、

前記第 1 クラッド層上の、前記第 1 の導体部分が配置された層間接続領域を除く領域に、コア層をパターンニング形成する工程と、

前記第 1 クラッド層、前記コア層及び前記第 1 の導体部分を覆うように第 2 クラッド層を形成する工程と、

前記第 2 クラッド層に埋設された前記第 1 の導体部分の前記半球状の部分に到達する第 2 のビアホールを、前記第 2 クラッド層に形成する工程と、

前記第 2 のビアホールを導電性材料で充填して、前記第 2 クラッド層の表面と同じ面に露出する第 2 の導体部分を形成する工程とを含むことを特徴とする光導波路積層配線基板の製造方法。

#### 【請求項 4】

前記第 1 クラッド層及び第 2 クラッド層の材料としてそれぞれ紫外線硬化型の樹脂を使用し、該樹脂を用いて形成された各クラッド層をパターンニングしてそれぞれ前記第 1、第 2 のビアホールを形成することを特徴とする請求項 3 に記載の光導波路積層配線基板の製造方法。

#### 【請求項 5】

前記紫外線硬化型の樹脂を用いて形成された各クラッド層に対し、前記パターンニングに代えて、レーザ加工によりそれぞれ前記第 1、第 2 のビアホールを形成することを特徴とする請求項 4 に記載の光導波路積層配線基板の製造方法。

#### 【請求項 6】

前記第 1 の導体部分及び第 2 の導体部分を、それぞれ無電解めっき又は電解めっきにより形成することを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の光導波路積層配線基板の製造方法。

#### 【請求項 7】

前記第 2 の導体部分を形成する工程の後に、前記第 1 クラッド層、コア層及び第 2 クラッド層からなる光導波路基板の、実装される光学部品の光出射面又は光入射面に対向する位置に、反射ミラーを形成することを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の光導波路積層配線基板の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、電気配線基板と一体化される光導波路を形成する技術に係り、特に、発光素子や受光素子等の光学部品を表面実装するのに用いられる配線基板に光導波路基板が積層された光導波路積層配線基板及びその製造方法と実装構造に関する。

## 【 0 0 0 2 】

かかる光導波路基板が一体化された配線基板は、光学部品の他にも半導体素子等の電子部品を実装する役割を果たすという点で、以下の記述では便宜上、「パッケージ」とも呼ぶことにする。

## 【背景技術】

## 【 0 0 0 3 】

光導波路基板が一体化された配線基板の形態として様々な構造を有したものがあるが、その一つとして、パッケージ等に用いる基板の表層もしくは内層に、光導波路基板（光信号を伝搬させるためのコア層と、このコア層を挟むようにしてその上下に積層されたクラッド層とを有した構造体）を積層したものがある。かかる構造を有した配線基板には、レーザ素子等の光学部品と共に半導体素子（ＩＣチップ）等の電子部品が表面実装されるため、各部品の電極端子を配線基板に設けた接続用パッド（表層もしくは内層の配線層の所要の箇所に画定された部分）に電氣的に接続するための手段として、光導波路基板にその厚さ方向に貫通する導通ビアを形成することが必要になる。

## 【 0 0 0 4 】

例えば、配線基板の表層に光導波路基板を積層した構造の場合、この光導波路基板に導通ビアを形成する典型的な方法としては、光導波路基板の所要の箇所に、レーザ等により基板側のパッドに達するビアホールを形成（ビア開口）した後、このビアホールに無電解めっき等により導電性材料を充填する方法が用いられている。

## 【 0 0 0 5 】

かかる従来技術に関連する技術の一例は、下記の特許文献１に記載されている。この文献には、基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成され、最外層にソルダレジスト層が形成されるとともに、光学素子を実装されたＩＣチップ実装用基板が開示されている。そして、この基板の内部に光導波路が形成されるとともに、上記光学素子と上記光導波路とを接続する光信号伝送用光路が形成されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【 0 0 0 6 】

【特許文献１】特開２００２－２５０８３０号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 7 】

上述したように従来の光導波路基板が一体化された配線基板においては、この配線基板に表面実装される光学部品等の電極端子を配線基板のパッドに接続する手段として、光導波路基板に導通ビアが設けられている。そして、その導通ビアを形成する方法として、光導波路基板に開口したビア（ビアホール）に、無電解銅（Ｃｕ）めっき等により導電性材料（Ｃｕ等）を充填している。つまり、光導波路基板（コア層とこれを挟んで上下にクラッド層が積層されたもの）が完成した状態でビア開口及びビア充填を行っている。

## 【 0 0 0 8 】

このため、アスペクト比（基板の厚さに対するビア径の比率）及びビア深さによる制約があり、導通ビアの配設間隔（ピッチ）を小さくすることができない。ちなみに、光学部品としてＶＣＳＥＬ（面発光型半導体レーザ）を実装する場合、そのビアのピッチとしては１２５μｍ程度もしくは６２．５μｍ程度が要求されるが、上述した従来の導通ビアの形成方法では、その要求に応えることは難しい。つまり、従来の技術では、ファインピッチ化が困難であるといった課題があった。

## 【 0 0 0 9 】

また、アスペクト比及びビア深さによる制約があるため、アスペクト比が1以下（例えば、光導波路基板の厚さ55 $\mu\text{m}$ に対してビア径が50 $\mu\text{m}$ ）になると、その開口したビアへの導電性材料の充填（例えば、Cuめっきによる充填）が不足する可能性が高い。その場合、導電性材料の満足な充填が行えないため、このビアを介して接続されるべき実装部品の電極端子と配線基板のパッドとの間に導通不良が発生し（接続信頼性の低下）、その結果、歩留りの低下をきたすといった課題もあった。

#### 【0010】

本発明は、かかる従来技術における課題に鑑み創作されたもので、一体化される光導波路基板に形成すべき導通ビアのファインピッチ化を実現可能にするとともに、導電性材料の充填不足による歩留りの低下を防止することができる光導波路積層配線基板及びその製造方法と実装構造を提供することを目的とする。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

上記従来技術の課題を解決するため、本発明によれば、接続用のパッドを有する配線基板と、前記配線基板の上に形成され、前記パッドに到達する第1のビアホールを備えた第1クラッド層と、前記ビアホールを充填して形成され、前記第1クラッド層の面から突出して半球状に広がる突出部を有する第1の導体部分と、前記第1クラッド層の上に形成され、前記第1の導体部分が配置された層間接続領域を除く領域に形成されたコア層と、前記第1クラッド層、前記コア層及び前記第1の導体部分を覆って形成された第2クラッド層と、前記第2クラッド層に形成され、前記第2クラッド層に埋設された前記第1の導体部分の前記半球状の部分に到達する第2のビアホールと、前記第2のビアホールに充填され、前記第2クラッド層の表面と同じ面に露出して形成され、前記第1の導体部分の突出部に電氣的に接続された第2の導体部分とを含むことを特徴とする光導波路積層配線基板の製造方法が提供される。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

本発明に係る光導波路積層配線基板の製造方法によれば、配線基板上に形成された第1クラッド層にビア開口（第1のビアホールの形成）を行い、その開口されたビアを導電性材料で充填して、その頂部がきのこ状に突出した第1の導体部分を形成した後、この第1の導体部分と共にコア層及び第1クラッド層を被覆して形成された第2クラッド層にビア開口（第2のビアホールの形成）を行い、その開口されたビアを導電性材料で充填して、第1の導体部分と接続される第2の導体部分を形成している。つまり、第1の導体部分と第2の導体部分の2段階に分けて、導通ビアを形成している。

30

#### 【0013】

上述したように従来では、光導波路基板（コア層とこれを挟んで上下にクラッド層が積層されたもの）が完成した状態でビア開口とビアの充填を行っていたため、アスペクト比及びビア深さによる制約があり、導通ビアのファインピッチ化が困難であった。

#### 【0014】

これに対し、本発明に係る方法では、光導波路基板（第1クラッド層、コア層、第2クラッド層）を積層していく途中の段階でビア開口とビアの充填を行っているため、アスペクト比及びビア深さによる制約を受けず、導通ビアのファインピッチ化を図ることができる。

40

#### 【0015】

また、導通ビアの形成を2段階に分けて行っているため、各段階で形成される個々のビア（第1の導体部分、第2の導体部分）について見ると、それぞれのアスペクト比を1よりも大きく選択することができる。これにより、従来技術に見られたような、開口したビアへの導電性材料の充填不足による導通不良等の不都合を解消し、ひいては歩留りの低下を防止することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0016】

50

【図１】本発明の一実施形態に係る光導波路積層配線基板（パッケージ）の構成を示したもので、（ａ）はその平面図、（ｂ）は（ａ）のＡ－Ａ’線に沿って見たときの縦断面図である。

【図２】図１のパッケージに光学部品及び電子部品を表面実装した状態（実装構造）を示したもので、（ａ）はその平面図、（ｂ）は（ａ）のＡ－Ａ’線に沿って見たときの縦断面図である。

【図３】図１の光導波路積層配線基板を製造する工程（その１）を示す図である。

【図４】図３の工程に続く製造工程（その２）を示す図である。

【図５】図４の工程に続く製造工程（その３）を示す図である。

【図６】図５の工程に続く製造工程（その４）を示す図である。

【図７】図６の工程に続く製造工程（その５）を示す図である。

【図８】図７の工程に続く製造工程（その６）を示す図である。

【図９】図８の工程に続く製造工程（その７）を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

以下、本発明の好適な実施の形態について、添付の図面を参照しながら説明する。

【００１８】

図１は本発明の一実施形態に係る光導波路積層配線基板（パッケージ）３０の構成を示したもので、（ａ）はそのパッケージ３０を上から見たときの平面図、（ｂ）は（ａ）におけるＡ－Ａ’線に沿って見たときの縦断面構造を示している。

【００１９】

本実施形態に係るパッケージ（光導波路積層配線基板）３０は、その一方の面（図示の例では上側）に発光素子や受光素子等の光学部品と共に半導体素子（ＩＣチップ）等の電子部品を表面実装するのに用いられる。本実施形態のパッケージ３０は、その基本構成として、図１に示すように電気配線が施された基板（配線基板）１０と、この配線基板１０上（部品実装面側）に積層されて一体化された光導波路基板２０とを備えている。

【００２０】

配線基板１０において、１１は配線基板本体を構成する樹脂基板、１２及び１３は樹脂基板１１の両面にそれぞれ所要の形状にパターニング形成された配線層を示す。

【００２１】

樹脂基板１１の形態としては、少なくとも最表層に配線層１２、１３が形成された基板であって、各配線層１２、１３が基板内部を通して電氣的に接続されている形態のものであれば十分である。樹脂基板１１の内部には配線層が形成されていてもよいし、形成されていなくてもよい。本発明を特徴付ける部分ではないので詳細な図示は省略するが、樹脂基板１１の内部に配線層が形成されている形態の場合には、基板内部で絶縁層を介在させて積層された各配線層及び各配線層間を相互に接続するビアホール（に充填された導体：導通ビア）を介して最表層の各配線層１２、１３が相互に接続されている。この形態の基板としては、例えば、ビルドアップ法を用いて形成され得る多層構造の配線基板がある。一方、樹脂基板１１の内部に配線層が形成されていない形態の場合には、樹脂基板１１の所要の箇所に厚さ方向に貫通して形成されたスルーホール（に充填された導体）を介して最表層の各配線層１２、１３が相互に接続されている。

【００２２】

さらに、配線基板１０の部品実装面側と反対側の面には、配線層１３の所要の箇所に画定されたパッド１３Ｐの部分を出露させて配線層１３を被覆する保護膜としてのソルダレジスト層（絶縁層）１４が形成されている。

【００２３】

一方、配線基板１０と一体化された光導波路基板２０は、図１に示すように、配線基板１０の部品実装面側（配線層１２が形成されている側の面）に、下から順に第１クラッド層２１、コア層２２及び第２クラッド層２３が積層された構造を有している。コア層２２及び第１、第２の各クラッド層２１、２３ともに、基本的に同じ材料、例えば、ポリメチ

10

20

30

40

50

ルメタクリレート（P M M A）等のアクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂等により形成されている。ただし、光信号の伝搬がコア層 2 2 内でのみ行われるようにするために、このコア層 2 2 の上下両面に形成される各クラッド層 2 1, 2 3 を構成する材料は、コア層 2 2 を構成する材料の屈折率よりも小さくなるように選定されている。

#### 【 0 0 2 4 】

また、光導波路基板 2 0 の、配線基板 1 0 上の配線層（パターン）1 2 の一部に画定された各パッド 1 2 P の位置に対応する箇所（コア層 2 2 が形成されていない領域）には、本発明を特徴付ける導通ビア（2 つの導体部分 2 4, 2 5 が柱状に接続された構造）が設けられている。この導通ビアを構成する下側の導体部分 2 4 は、第 1 クラッド層 2 1 に開口されたビア（後述する図 4（b）のビアホール V H 1）を導電性材料で充填して形成されたものである。その充填により、導体部分 2 4 の頂部は、図示のように第 1 クラッド層 2 1 の面から突出するとともに、「きのこ」状または半球状に広がった形状を呈する。

10

#### 【 0 0 2 5 】

一方、導通ビアを構成する上側の導体部分 2 5 は、第 2 クラッド層 2 3 に開口されたビア（後述する図 8（b）のビアホール V H 2）を導電性材料で充填して形成されたものであり、その充填により、下側の「きのこ」状の導体部分 2 4 と接続される。この導体部分 2 5 は、図示のように第 2 クラッド層 2 3 の表面と同じ面上に露出している。

#### 【 0 0 2 6 】

また、光導波路基板 2 0 のコア層 2 2 が形成されている領域において、その光導波路の端部には、コア層 2 2 内を伝搬する光の進行方向に対して 4 5 ° の角度でその反射面を傾斜させた光路変換用の反射ミラー 2 6 が形成されている。この反射ミラー 2 6 の上方部分は開口されており（断面的に見て V 字状の溝が形成されている）、この V 字状の溝の位置は、本パッケージ 3 0 に光学部品が実装されたときにその光出射面もしくは光入射面に対向する位置に選定されている。

20

#### 【 0 0 2 7 】

なお、この反射ミラー 2 6 については、本実施形態では図示のように光導波路基板 2 0 の所要の箇所に形成したものを出荷する場合を例にとっているが、必ずしも出荷に先立ち形成しておく必要はない。つまり、反射ミラー 2 6 を形成しない状態（後述する図 9 に示す形態）で出荷し、出荷先等で必要に応じて V 字状の溝を形成し、その傾斜面上に反射膜を形成するようにしてもよい。

30

#### 【 0 0 2 8 】

また、光導波路基板 2 0 に設けられた導通ビアの上側の導体部分 2 5 の露出している面には、後述するように本パッケージ 3 0 に実装される光学部品等の電極パッド（端子）がはんだポンプや金（A u）ポンプ等を介して接続されるので、顧客等の便宜を考慮して、接続し易いように予めプリソルダ等によりはんだを被着させておいてもよい。

#### 【 0 0 2 9 】

図 2 は、本実施形態のパッケージ（光導波路積層配線基板）3 0 に光学部品 4 0 及び電子部品 4 3 を表面実装した状態（実装構造）を示したものであり、（a）はその実装構造を上から見たときの平面図、（b）は（a）における A - A' 線に沿って見たときの縦断面構造を示している。

40

#### 【 0 0 3 0 】

実装される光学部品 4 0 としては、例えば、V C S E L（面発光型半導体レーザ）、L E D（発光ダイオード）等の発光素子、P D（フォトダイオード）、A P D（アバランシェフォトダイオード）等の受光素子などが実装され得る。また、実装される電子部品 4 3 としては、発光素子 4 0 を駆動するドライバ等の I C チップ、受光素子 4 0 からの光出力信号を処理する D S P やアンプ等を組み込んだ I C チップなどが実装され得る。

#### 【 0 0 3 1 】

光学部品 4 0 は、光導波路基板 2 0 に対向する側の面に、光出射面 4 1（発光素子の場合）もしくは光入射面（受光素子の場合）4 1 と、電極パッド（図示せず）とを有してい

50

る。この電極パッドには、パッケージ 30 に実装される際に電極端子 42 として用いられるはんだバンプ等が接合され、このはんだバンプ等（電極端子 42）を介して光導波路基板 20 上の対応する導体部分 25（導通ビアの上端面）に電氣的に接続されている。同様に電子部品 43 も、光導波路基板 20 に対向する側の面に電極パッド（図示せず）を有しており、この電極パッドに接合されたはんだバンプ等（電極端子 44）を介して光導波路基板 20 上の対応する導体部分 25（導通ビアの上端面）に電氣的に接続されている。そして、各部品 40、43 の各電極端子 42、44 は、光導波路基板 20 に設けられた各導通ビア（2 つの導体部分 24、25 が柱状に接続された構造）及びこれに接続された配線層 12 を介して相互に接続されている。

#### 【0032】

10

実装された光学部品 40 が VCSEL 等の発光素子の場合、その光出射面 41 から出射された光は、図中矢印で示すように、光導波路基板 20 の開口部（V 字状の溝）に入射され、反射ミラー 26 で反射されて光導波路基板 20 のコア層 22 に入射され、コア層 22 内を伝搬する。同様にして、実装された光学部品 40 が PD 等の受光素子の場合には、光導波路基板 20 のコア層 22 内を伝搬してきた光は、反射ミラー 26 で反射されて開口部から出射され、その光学部品 40 の光入射面 41 に入射される。

#### 【0033】

また、部品実装面側と反対側のソルダレジスト層 14 から露出するパッド 13P には、マザーボード等を実装する際に用いられる外部接続端子としてのはんだボール 45 が接合されている。このはんだボール 45 の代わりに、当該パッド 13P にピンを接合してもよい。あるいは、当該パッド 13P に外部接続端子を接合せずに、露出させたままの状態にしておいてもよい。

20

#### 【0034】

以下、本実施形態に係る光導波路積層配線基板（パッケージ）30 を製造する方法について、その一例を示す図 3 ～ 図 9 を参照しながら説明する。なお、図 3 ～ 図 9 に示す各工程図において、それぞれ、（a）は当該工程における処理対象物を上から見たときの平面図、（b）は（a）における A - A' 線に沿って見たときの縦断面構造を示している。

#### 【0035】

先ず最初の工程では（図 3 参照）、光導波路基板 20 が一体化される前の段階にある配線基板 10 を用意する。すなわち、配線基板本体を構成する樹脂基板 11 の両面に所要の形状にパターニングされた配線層 12 及び 13 を有し、部品実装面側と反対側（図示の例では下側）の配線層 13 のパッド 13P の部分を露出させてその表面を覆うように形成されたソルダレジスト層 14 を備えた配線基板 10 を作製する。

30

#### 【0036】

樹脂基板 11 の形態としては、上述したように最表層に配線層 12、13 が形成された基板であって、各配線層 12、13 が基板内部を通して電氣的に接続されている形態のものであれば十分である。例えば、ビルドアップ法を用いた多層構造の配線基板を利用することができる。これは、ベース基材としてのコア基板（例えば、ガラス布基材エポキシ樹脂銅張積層板）を中心としてその両面に、絶縁層（エポキシ系樹脂等からなる樹脂層）の形成、その絶縁層におけるビアホール形成、そのビアホールの内部を含めた配線パターン（典型的には銅（Cu）めっきによる配線層）の形成を順次繰り返して積み上げていくものである。かかるプロセスを経て形成された最表層の配線層 12、13 は、基板内部に形成された各配線層及び各配線層間を相互に接続する導通ビアを介して電氣的に接続されている。

40

#### 【0037】

各配線層 12、13 は所要の形状にパターニングされるが、その際、それぞれ所要の箇所にパッド 12P、13P の部分が画定されるようパターニングされる。すなわち、部品実装面側の配線層 12 は、実装する各部品 40、43（図 2 参照）の各電極パッド（端子 42、44）の位置にそれぞれ対応する箇所にパッド 12P が画定されるようにパターン形成され、一方、部品実装面側と反対側の配線層 13 は、本パッケージ 30 をマザーボー

50

ド等を実装する際に用いられる外部接続端子（図2のはんだボール45）の接合位置に対応する箇所にはパッド13Pが画定されるようにパターン形成されている。部品実装面側のパッド12Pについては、その直径は40 $\mu$ m程度、そのピッチ（図3（a）において上下方向に隣り合うパッド12Pの中心間距離）は62.5 $\mu$ m程度に選定している。

#### 【0038】

さらに、部品実装面側と反対側の面に、配線層13のパッド13Pの部分が露出するように配線層13及び樹脂基板11を被覆するソルダレジスト層14を形成する。例えば、エポキシ系、アクリル系等の感光性樹脂からなるソルダレジストを配線層13及び樹脂基板11上に塗布し、所要のパッドの形状に従うように露光及び現像（ソルダレジストのパターニング）を行い、当該パッドの領域に対応する部分のソルダレジスト層を開口する。これによって、配線層13のパッド13Pの部分のみが露出し、他の部分の配線層13がソルダレジスト層14によって被覆されたことになる。

#### 【0039】

さらに、このソルダレジスト層14から露出しているパッド（Cu）13P上に、ニッケル（Ni）めっき及び金（Au）めっきをこの順に施しておく。これは、マザーボード等を実装する際に接合されるはんだボール等とのコンタクト性を良くするため（Au層）と、Au層とパッド13Pを構成するCu層との密着性を高め、CuがAu層中へ拡散するのを防止するため（Ni層）である。以上の工程により、配線基板10が作製されたことになる。

#### 【0040】

このようにして作製された配線基板10の部品実装面側（図示の例では上側）に、以下の図4～図9の工程に従って、光導波路基板20を構成する第1クラッド層21、コア層22、第2クラッド層23を順次積層していく。

#### 【0041】

まず、図4の工程において、配線基板10の配線層12（パッド12Pを含む）が形成されている側の面に、第1クラッド層21を所要の厚さに（例えば、配線層12上に積層される部分の厚さが10 $\mu$ m程度となるように）形成した後、この第1クラッド層21の所要の箇所（配線基板10上のパッド12Pの位置に対応する箇所）に、当該パッド12Pに達するビアホールVH1を形成する（ビア開口）。

#### 【0042】

第1クラッド層21の材料としては、好適には紫外線（UV）硬化型の樹脂を使用するのが望ましい。使用するUV硬化樹脂は、変性アクリレート（エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂等）をベース樹脂とし、光重合に必要な反応性アクリルモノマーと光重合開始剤及び添加剤から構成されており、その主反応はラジカル重合である。かかるUV硬化樹脂を使用することにより、常温で処理することができ、また、熱硬化型の樹脂を用いる場合と比べて短時間で硬化するため、作業時間を短縮できるというメリットがある。

#### 【0043】

かかるUV硬化樹脂を用いて第1クラッド層21を全面に形成した後、所要のビア（ビアホールVH1）の形状に従うように露光及び現像（樹脂層のパターニング）を行うことで、図示のように第1クラッド層21の所要の箇所を開口することができる。この開口すべきビア（ビアホールVH1）の直径は、15 $\mu$ m程度に選定されている。

#### 【0044】

本工程では、UV硬化樹脂層をパターニングしてビア開口（ビアホールVH1の形成）を行っているが、他の方法として、エキシマレーザ等を用いたレーザ加工により所要のビア開口を行うことも可能である。

#### 【0045】

次の工程では（図5参照）、配線基板10上に積層された第1クラッド層21に開口されたビア（図4のビアホールVH1）を導電性材料で充填して、導通ビアの一部を構成する下側の導体部分24を形成する。この導体部分24は、図示のようにその頂部が第1クラッド層21の面から突出するとともに、「きのこ」状または半球状に広がった形状を呈

10

20

30

40

50



するよう形成される。かかる形状を有した導通ビア（導体部分 2 4）は、例えば、無電解銅（Cu）めっきを施すことで形成され得る。その場合、樹脂からなる第 1 クラッド層 2 1 上に導電性材料（この場合、Cu）が付着しないようなめっき液を適宜選択し、このめっき液を使用して無電解 Cu めっきを施す。

【0046】

形成されるべき導体部分 2 4 は、その突出している部分の高さが 35  $\mu\text{m}$  程度で、「きのこ」状に広がっている部分の直径が 50  $\mu\text{m}$  程度となるように選定されている。この導体部分 2 4 が接続されるパッド 1 2 P のピッチは 62.5  $\mu\text{m}$  程度（図 3 参照）に選定されているので、図 5（a）において上下方向に隣り合う導体部分 2 4 間には 12.5  $\mu\text{m}$  程度の隙間が確保されている。

10

【0047】

本工程では、導体部分 2 4 の形成を無電解 Cu めっきにより行っているが、電解 Cu めっきにより所要の導体部分 2 4 を形成することも可能である。この場合、配線層 1 2 をめっきシード層（給電層）として利用することができる。

【0048】

次の工程では（図 6 参照）、配線基板 1 0 上に積層された第 1 クラッド層 2 1 上の、導体部分 2 4 が形成されている部分の近傍領域に、コア層 2 2 を所要の厚さ（例えば、35  $\mu\text{m}$  程度）でパターンニング形成する。このコア層 2 2 の材料としては、上述したように第 1 クラッド層 2 1 の材料と基本的に同じ UV 硬化樹脂が用いられる。ただし、コア層 2 2 を構成する樹脂材には、第 1 クラッド層 2 1 を構成する樹脂材の屈折率よりも大きくなるように添加剤等を適宜加えたものが使用される。

20

【0049】

次の工程では（図 7 参照）、配線基板 1 0 上の第 1 クラッド層 2 1 及びコア層 2 2 が積層されている側の面に、コア層 2 2 と共に「きのこ」状または半球状の導体部分 2 4 を被覆するように第 2 クラッド層 2 3 を所要の厚さ（例えば、45  $\mu\text{m}$  程度）に形成する。この第 2 クラッド層 2 3 の材料としては、上述したように第 1 クラッド層 2 1 の材料と同じ UV 硬化樹脂が用いられる。

【0050】

次の工程では（図 8 参照）、図 4 の工程で行った処理と同様にして、第 2 クラッド層 2 3 の所要の箇所（導体部分 2 4 が設けられている位置に対応する箇所）に、当該導体部分 2 4 に達するビアホール VH 2 を形成する（ビア開口）。すなわち、前の工程で形成された第 2 クラッド層 2 3 に対し、所要のビア（ビアホール VH 2）の形状に従うように露光及び現像（樹脂層のパターンニング）を行うことで、図示のように第 2 クラッド層 2 3 の所要の箇所を開口することができる。この開口すべきビア（ビアホール VH 2）の直径は、50  $\mu\text{m}$  程度（導体部分 2 4 の「きのこ」状に広がっている部分の直径と同じ大きさ）に選定されている。

30

【0051】

上述したビアホール VH 1 の形成（図 4）の場合と同様に、本工程においても、UV 硬化樹脂層をパターンニングする代わりに、エキシマレーザ等を用いて所要のビア開口（ビアホール VH 2 の形成）を行うことが可能である。

40

【0052】

最後の工程では（図 9 参照）、図 5 の工程で行った処理と同様にして、配線基板 1 0 上の第 1 クラッド層 2 1 及びコア層 2 2 上に積層された第 2 クラッド層 2 3 に開口されたビア（図 8 のビアホール VH 2）を導電性材料で充填して、導通ビアの残りの部分を構成する上側の導体部分 2 5 を形成する。この導体部分 2 5 は、図示のように第 2 クラッド層 2 3 の表面と同じ面上に露出するよう形成される。形成方法は、上述した導体部分 2 4 の形成の場合と同様に、無電解銅（Cu）めっきが用いられ、第 2 クラッド層（樹脂層）2 3 上に導電性材料（この場合、Cu）が付着しないようなめっき液が使用される。この無電解 Cu めっきによるビア充填により、上側の導体部分 2 5 は下側の「きのこ」状または半球状の導体部分 2 4 と接続される。

50

## 【 0 0 5 3 】

本工程においても同様に、無電解 Cu めっきを施す代わりに、配線層 1 2 をめっきシード層として利用した電解 Cu めっきにより所要の導体部分 2 5 を形成することが可能である。

## 【 0 0 5 4 】

さらに、図 9 には示していないが、光導波路基板 2 0 の所要の箇所（図 2 に例示したように本パッケージ 3 0 に光学部品 4 0 が実装されたときにその光出射面 / 光入射面 4 1 に対向する位置）に、反射ミラー 2 6 を形成する。この反射ミラー 2 6 を形成する方法は特に限定しないが、当業者に知られている形成方法を用いることができる。例えば、先端が V 形のダイヤモンドソーや刃物による機械加工、レーザアブレーション法などを用いて、光導波路基板 2 0 の所要の箇所に V 字状の溝を形成し、さらに、この溝の傾斜面上に（マスク等を用いて選択的に）、スパッタリングや蒸着等により、金（Au）、銀（Ag）等の光沢のある金属膜を被着させる（反射ミラー 2 6 の形成）。

10

## 【 0 0 5 5 】

さらに、必要に応じて、導通ビアの上側の導体部分 2 5 の露出している面に、顧客等の便宜を考慮して、実装部品の電極端子（はんだバンプ等）が接続し易いようにプリソルダ等によりはんだを被着させておいてもよい。

## 【 0 0 5 6 】

以上の工程により、本実施形態のパッケージ（光導波路積層配線基板）3 0 が作製されたことになる。

20

## 【 0 0 5 7 】

以上説明したように、本実施形態に係る光導波路積層配線基板（パッケージ）3 0 の製造方法（図 3 ~ 図 9）によれば、配線基板 1 0 上に積層されて一体化される光導波路基板 2 0 の所要の箇所に導通ビア（2 つの導体部分 2 4 , 2 5 が柱状に接続された構造）を形成するにあたり、その導通ビアの形成を 2 段階に分けて行っている。

## 【 0 0 5 8 】

すなわち、配線基板 1 0 上に積層された第 1 クラッド層 2 1 にビア開口（ビアホール V H 1 の形成）を行い、その開口ビアを無電解 Cu めっき等により導電性材料（Cu）で充填して、「きのこ」状または半球状に突出した導体部分 2 4（導通ビアの一部）を形成した後、この導体部分 2 4 と共にコア層 2 2 及び第 1 クラッド層 2 1 を被覆して形成された第 2 クラッド層 2 3 にビア開口（ビアホール V H 2 の形成）を行い、その開口ビアを無電解 Cu めっき等により導電性材料（Cu）で充填して、導体部分 2 4 と接続される導体部分 2 5（導通ビアの残りの部分）を形成している。

30

## 【 0 0 5 9 】

前述したように従来の方法では、光導波路基板（コア層とこれを挟んで上下にクラッド層が積層されたもの）が完成した状態でビア開口とビアの充填を行っていたため、アスペクト比及びビア深さによる制約があり、導通ビアのファインピッチ化が困難であった。

## 【 0 0 6 0 】

これに対し、本実施形態の方法では、光導波路基板 2 0（第 1 クラッド層 2 1、コア層 2 2、第 2 クラッド層 2 3）を積層していく途中の段階でビア開口とビアの充填を行っているので、アスペクト比及びビア深さによる制約を受けず、導通ビアのファインピッチ化を実現することが可能である。

40

## 【 0 0 6 1 】

また、導通ビアの形成を 2 段階に分けて行っているため、各段階で形成される個々のビア（導体部分 2 4 , 2 5）について見ると、それぞれのアスペクト比を 1 よりも大きく選択することができる。これにより、従来技術に見られたような、開口ビアへの導電性材料の充填不足による導通不良等の不都合を解消することができ、その結果、歩留りの低下を防止することが可能となる。

## 【 0 0 6 2 】

また、第 2 クラッド層 2 3 のパターンニング精度をある程度まで緩和することができる。

50

すなわち、従来のように光導波路基板が完成した状態でビア開口及びビア充填を行う方法では、アスペクト比及びビア深さによる制約があったため、クラッド層を積層する毎にパターンニングで開口ビアを形成した場合、高いビア位置精度（パターンニング精度）が要求されるといった制限があった。ちなみに、従来の方法では、本実施形態における光導波路基板 20 と同じ厚さの光導波路基板にビアを形成する場合、そのビアの形成位置は 2 ~ 3  $\mu$ m 以下の誤差範囲内に収める必要があった。

【0063】

これに対し、本実施形態の方法では、第 1 クラッド層 21 に開口されたビア（ビアホール V H 1）への導電性材料の充填時に（図 5）、頂部が「きのこ」状または半球状に広がった導体部分 24 を形成しているのので、この導体部分 24 に達するビア（ビアホール V H 2）を第 2 クラッド層 23 に形成する際に（図 8）、第 2 クラッド層 23 におけるビアの深さが浅くてすみ、その形成位置は 5 ~ 10  $\mu$ m 程度の誤差範囲まで許容することができる（第 2 クラッドのパターンニング精度の緩和）。

10

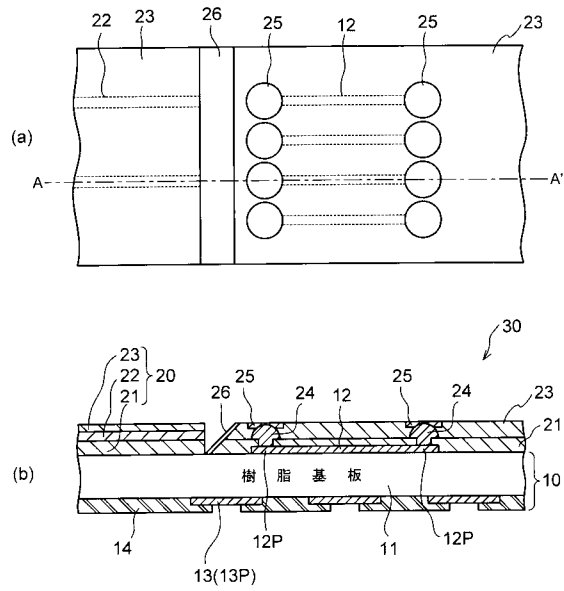
【符号の説明】

【0064】

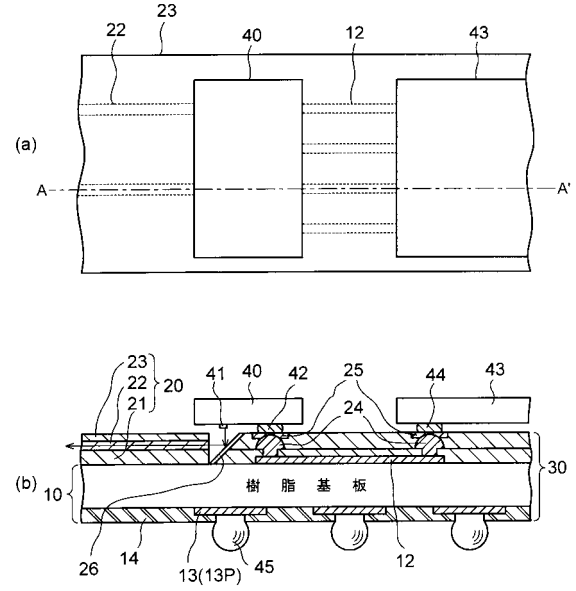
10 ... 配線基板、  
12 ( 12 P ) , 13 ( 13 P ) ... 配線層（パッド）、  
14 ... ソルダレジスト層（保護膜 / 絶縁層）、  
20 ... 光導波路基板、  
21 , 23 ... クラッド層、  
22 ... コア層、  
24 , 25 ... 導体部分（導通ビア）、  
26 ... 反射ミラー、  
30 ... 光導波路積層配線基板（パッケージ）、  
40 , 43 ... 実装される部品、  
41 ... 光出射面（もしくは光入射面）、  
42 , 44 ... 電極端子、  
V H 1 , V H 2 ... ビアホール（開口されたビア）。

20

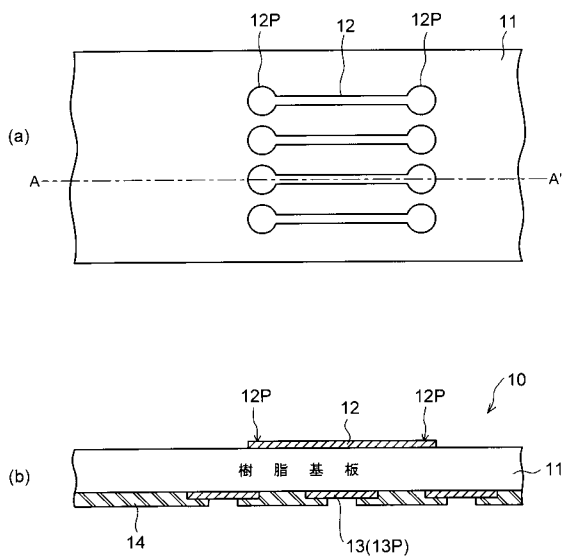
【図 1】



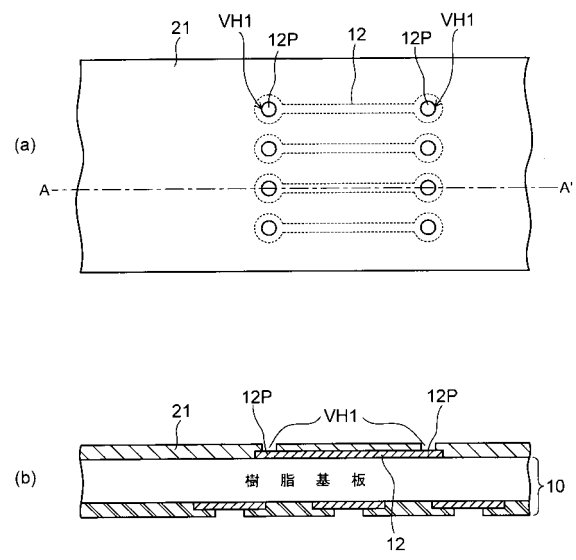
【図 2】



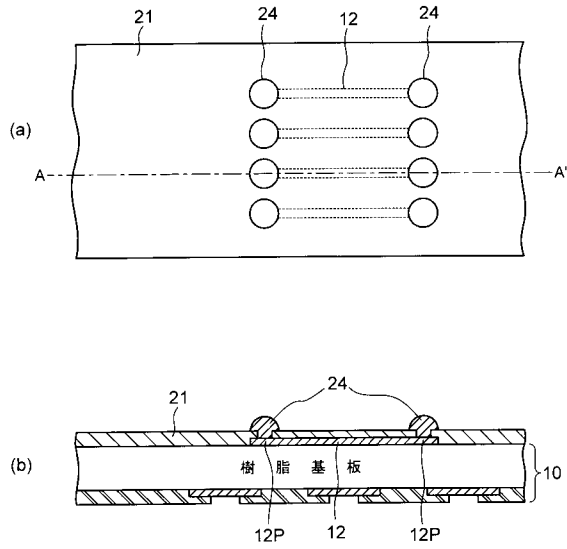
【図 3】



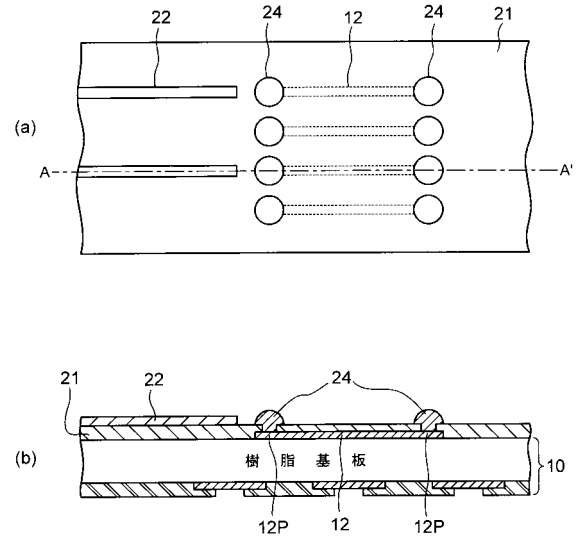
【図 4】



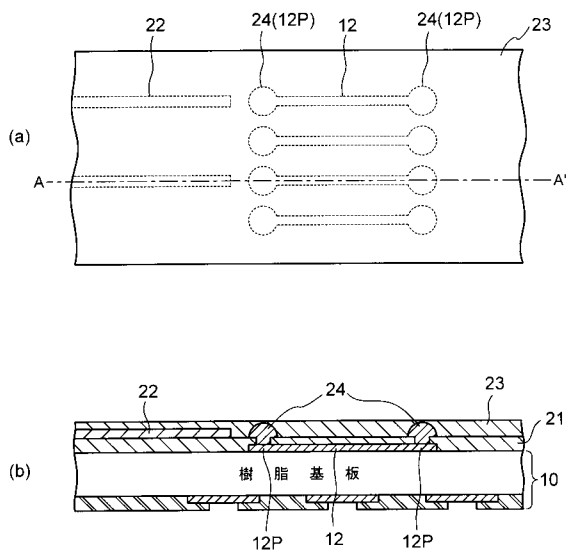
【図 5】



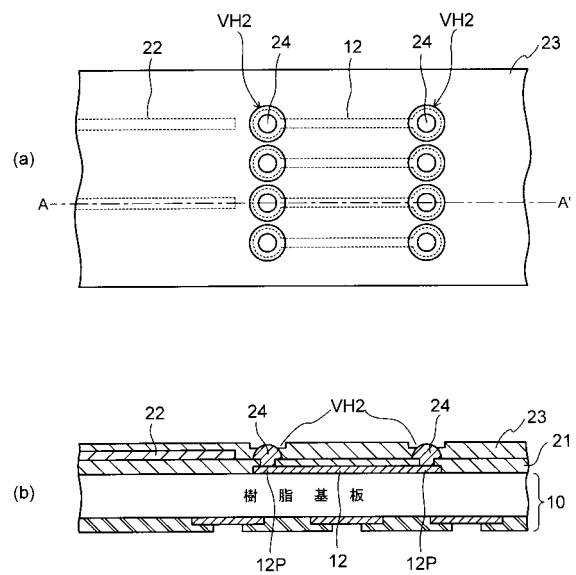
【図 6】



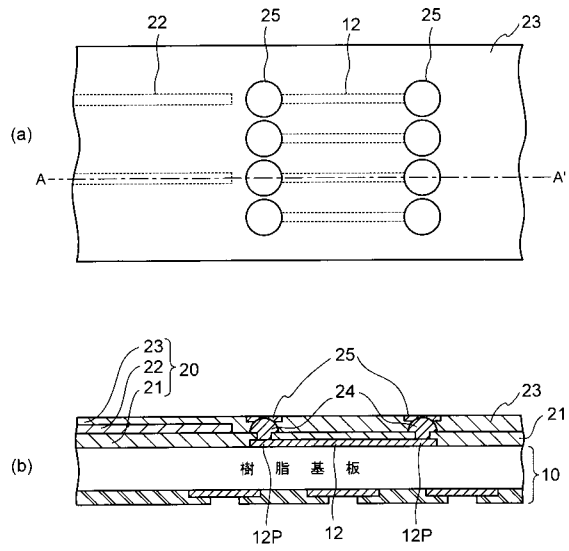
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	H 0 5 K	3/46	B
	H 0 5 K	3/46	T

(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 2 8 1 9 2 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 0 5 3 3 2 7 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 2 4 0 5 8 2 ( J P , A )  
特開平 0 5 - 2 2 6 5 0 9 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 3 3 0 7 0 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 / 2 6	
G 0 2 B	6 / 3 0 -	6 / 3 4
G 0 2 B	6 / 4 2	
H 0 5 K	3 / 4 6	
H 0 5 K	1 / 0 0 -	1 / 0 2
H 0 5 K	1 / 1 1	
H 0 5 K	1 / 1 8	
H 0 5 K	3 / 4 0 -	3 / 4 2