

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4793169号  
(P4793169)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/60 (2006.01)

H01L 21/60

311Q

H01L 33/00 (2010.01)

H01L 33/00

L

H01L 31/0232 (2006.01)

H01L 31/02

D

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2006-227690 (P2006-227690)

(22) 出願日

平成18年8月24日 (2006.8.24)

(65) 公開番号

特開2008-53423 (P2008-53423A)

(43) 公開日

平成20年3月6日 (2008.3.6)

審査請求日

平成20年12月9日 (2008.12.9)

(73) 特許権者 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区外神田四丁目14番1号

(74) 代理人 110000350

ポレール特許業務法人

(72) 発明者 ▲高▼井 俊明

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

株式会社日立製作所 生産技術研究所内

(72) 発明者 松嶋 直樹

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

株式会社日立製作所 生産技術研究所内

(72) 発明者 平野 光樹

東京都千代田区外神田四丁目14番1号

日立電線株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】接続体および光送受信モジュール

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

一面に第1の電極が形成された光素子と、一面に前記光素子の前記第1の電極と接続する第2の電極が形成された基板との接続体において、

前記第2の電極は、凹部を備え、

前記凹部よりも径が小さい先端部と、前記先端部より前記光素子の第1の電極側に設けられ前記凹部より径が大きい基端部と、を備えた導体バンプを有し、

前記先端部が前記凹部内に挿入されるとともに、前記基端部が前記凹部外で前記第2の電極に接触することで前記第1の電極と前記第2の電極とが前記導体バンプを介して接続されていることを特徴とする接続体。

## 【請求項2】

請求項1に記載の接続体であって、

前記光素子は、面発光素子または面受光素子であることを特徴とする接続体。

## 【請求項3】

請求項1に記載の接続体であって、

前記導体バンプは、Auバンプであることを特徴とする接続体。

## 【請求項4】

基板の一面に接続された面発光素子と面受光素子と、前記基板の他面に形成され、前記面発光素子と前記面受光素子とを光学的に接続する光導波路とからなる光送受信モジュールであって、

前記面発光素子と前記面受光素子とを接続する前記基板の電極は、凹部を備え、  
前記凹部よりも径が小さい先端部と、前記先端部より前記面発光素子および前記面受光素子側に設けられ前記凹部より径が大きい基端部と、を備えた導体バンプを有し、

前記先端部が前記凹部に挿入されるとともに、前記基端部が前記凹部外で前記基板の電極に接触することで、前記発光素子および前記面受光素子の電極と前記基板の電極とが前記導体バンプを介して接続されていることを特徴とする光送受信モジュール。

#### 【請求項 5】

請求項 4 に記載の光送受信モジュールであって、

前記導体バンプは、Au バンプであることを特徴とする光送受信モジュール。

#### 【請求項 6】

請求項 4 に記載の光送受信モジュールであって、

さらに、前記面発光素子を駆動ドライバと、前記面受光素子の出力信号増幅器とを前記基板の前記一面に搭載したことを特徴とする光送受信モジュール。

#### 【請求項 7】

請求項 4 ないし請求項 6 のいずれか一に記載の光送受信モジュールであって、

前記基板は可撓性を有することを特徴とする光送受信モジュール。

#### 【請求項 8】

請求項 1 に記載の接続体であって、

前記凹部は、前記第 2 の電極を形成した後に、前記第 2 の電極をエッチングすることにより形成されたことを特徴とする接続体。

#### 【請求項 9】

請求項 1 に記載の接続体であって、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とは、前記導体バンプを介して超音波接合されていることを特徴とする接続体。

#### 【請求項 10】

請求項 1 に記載の接続体であって、

前記導体バンプは、ワイヤボンディングのファーストボンディング後にワイヤを切断することで形成されていることを特徴とする接続体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

30

##### 【0001】

本発明は、接続体および光送受信モジュールに関わり、特にフェースダウンボンディングにより実装された接続体および光送受信モジュールに関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

近年の高速伝送線路は、(1)広帯域である、(2)電磁波ノイズ耐性に優れる、(3)配線の容積が小さくかつ軽量であるなどの理由から、電気配線に代わり光配線を適用する動きが始まりつつある。光配線において、最も重要な因子の一つとして、半導体レーザ、フォトダイオードなどの光素子と、光ファイバ、光導波路などの光伝送路との光結合構造が挙げられる。高い結合効率を得るために、光素子と光伝送路は、マルチモード伝送の場合でも、その位置合わせに数十  $\mu\text{m}$  の搭載精度が要求される。また、温度サイクルや高温高湿などの信頼性試験を施した後も、位置ずれや剥離を起こしてはならない。一方、光配線は、電気配線からの代替という観点から低価格であることが大前提である。このためには材料原価や組立工数を出来る限り低く抑えなければならない。

##### 【0003】

上記を満たす光素子の一搭載方法として考えられるのは、特許文献 1 に挙げられるように、面発光レーザ (VCSEL : Vertical Cavity Surface-Emitting Laser)、面入射型フォトダイオードの面受発光素子を基板にフリップチップボンディングにより実装し、基板の下方にある光伝送路と光結合する方法である。これにより、従来の電子回路のフリップチップ実装と同等の工程で、光素子の接合構造を形成することができる。

40

50

## 【0004】

また、特許文献2に挙げられるように、受発光部分に環状電極を形成してフリップチップボンディングを行っている。これにより、光信号のクロストークおよびアンダーフィル樹脂の流入による損失増加の防止を行っている。

さらに、特許文献3には、耐ノイズ性に優れ、高速、大容量、高品質な情報伝送が可能な光電気複合配線部品が記載されている。

## 【0005】

【特許文献1】特開2005-164801号公報

【特許文献2】特開2003-298167号公報

【特許文献3】特開2006-091241号公報

10

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

特許文献3に記載された光素子をフェースダウンにより搭載する技術としては、Auバンプ接続、はんだ接続等がある。しかし、特許文献3には、以下の問題点が生じる点の記載が無い。

(1) 光素子と光伝送路を高効率に光結合するためには、光素子と基板との平行度が精密に制御できることが必須であるが、この平行出しが困難である。特に、電極の接合にAuバンプを用いる場合、バンプ先端の高さばらつきが極めて大きいため、各バンプの高さを揃えるための工程を導入する必要がある。

20

## 【0007】

(2) 光素子の電極は100μm程度、数百μmの間隔で形成されており、一般的な電子回路部品の電極に比べ小さい。従って、接合剤の供給量が微量であり、供給量の制御が困難である。そのため過剰に接合材を供給した場合、光素子搭載時、接合材の光路に流出による損失の増大、電極間の短絡といった問題が生じる。

## 【0008】

(3) 光素子と光伝送路との距離は、系の光結合効率を決める重要な因子である。この距離は、光素子と光伝送路を繋ぐ接合剤で決まる。すなわち、接合剤が存在することで、その分だけ光素子と光伝送路の距離が大きくなる。また、接合条件、供給量のばらつきにより、発光素子の光出力、受光素子の感度の低下・変動の原因となる。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上記課題を解決するために、電極の構造を工夫する。具体的には、表面に電極が形成された光素子と、表面に光素子を接合する電極が形成された電極を具備する基板とを接続した、光モジュールにおいて、基板の電極は光素子の電極と接続する領域に凹部を備える。

## 【0010】

また、一面に第1の電極が形成された光素子と、一面に光素子の第1の電極と接続する第2の電極が形成された基板とからなり、第2の電極は、凹部を備え、接合材を介して第1の電極と接続されている接続体により、解決できる。

## 【0011】

40

さらに、基板の一面に接続された面発光素子と面受光素子と、基板の他面に形成され、面発光素子と面受光素子とを光学的に接続する光導波路とからなり、面発光素子と面受光素子とを接続する基板の電極は、凹部を備え、接合材を介して発光素子と面受光素子と接続されている光送受信モジュールにより、解決できる。

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明に拠れば、基板に対する光素子の実装高さおよび高さのばらつきを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】

## 【0013】

50

以下、本発明の実施の形態について、実施例を用い図面を参照しながら説明する。なお、実質同一部位には同じ参照番号を振り、説明は繰り返さない。

#### 【実施例 1】

##### 【0014】

実施例 1 について、図 1 ないし図 3 を用いて説明する。ここで、図 1 は Au バンプを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。図 2 は基板の接続部を説明する平面図である。図 3 は光送受信モジュールの断面を説明するである。図 1 (a) ないし (c) は断面を説明する図、(d) は透視平面図である。なお、断面を説明する図において、基板の上面と下面とは、同じ切断位置ではないことは、当業者が容易に読み取れるものである。すなわち、図 1 において、基板の上面は第 1 の接続位置と、光素子の発光点または受光点と、第 2 の接続位置の展開断面である。なお、断面以外を図示せず、図示の簡便のためハッチングを省く。また、基板の下面是光素子の発光点または受光点直下の導波路部分の断面である。なお、これらは以下の実施例でも同様である。

10

##### 【0015】

図 1 (a) において、基板 1 の表面上には電気配線 11 およびその電気配線に接続する電極 12 が形成されている。実施例 1 では、基板 1 はポリイミド膜を用いたフレキシブル基板を用いている。電気配線 11 および電極 12 の部材は、ここでは圧延 Cu 12 μm を主体とし、表面に Ni 2 ~ 5 μm と Au 0.3 μm をめっきした構造である。配線材料に関する他の材料でも構わないが、条件としては、電気抵抗が高くない、安価である、加工しやすいなど、電気配線として一般的に要求される事項を満たすものであることが望ましい。表面のメタライズは、接合方式に依存する。実施例 1 では Au バンプを用いた Au - Au 接合を適用したため、表面メタライズには Au を用いた。Au バンプの場合、表面メタライズとして Al を適用しても構わない。

20

##### 【0016】

基板 1 の裏面には、光伝送路が具備されている。実施例 1 では、樹脂を用いた光導波路コア 31 および光導波路クラッド 32a、32b からなる光導波路層 3 を形成している。光導波路の先端部分は、45°ミラー 33 が形成されており、光素子 2 が発光素子のとき、紙面内上から下の光ビームを紙面内左から右に平行な光導波路に導くようにしている。同様に、光素子 2 が受光素子のとき、紙面内右から左の光を、ミラー 33 が紙面内下から上に反射し、光素子 2 に導く。

30

##### 【0017】

基板の電極 12 は、その中央付近に凹部 13 が存在し、略リング状を呈している。この凹部は配線形成後、エッティング等により形成されたものである。電極 12 の形状は、上面から見て円環状（ドーナツ状）になっているが、これは、図 2 (a) に示すように、矩形状になっていても構わない。また、図 2 (b) に示すように電極 12 の外周は矩形、凹部 23 は円形となっていても構わない。さらに、(c) に示すように、リング状の一部が切り欠いた形状となっていても構わない。なお、凹部 13 は Ni / Au (Ni - Au) めっき後にエッティングで形成しても、圧延 Cu をエッティングした後に Ni / Au めっきして形成しても良い。

30

##### 【0018】

一方、光素子 2 の電極 21 には、Au からなる導体バンプ 22 が形成されている。導体バンプ 22 は、ワイヤボンディングのファーストボンディング後にワイヤを切断して形成したものである。導体バンプ 22 は、これを形成した時点では、各バンプの高さにばらつきがある。従って、平坦な場所に設置した場合、光素子が基板の表面に対して傾いてしまう可能性が高い。実施例 1 では、導体バンプ 22 の先端部が、基板 1 の電極 12 の凹部 13 に挿入されるような位置関係にする。すなわち、凹部 13 の径（幅）は、バンプの先端部の径（幅）よりも大きいことが望ましい。バンプ先端部の直径が 25 μm の場合、凹部 13 は直径 40 μm から 70 μm 程度が適切である。また、凹部 13 の底の厚みは 1 ないし 2 μm が好ましいが、実施例 2 で説明するように無くても構わない。圧延 Cu をエッティングした後に Ni / Au めっきする場合、底の厚みは 3 ~ 6 μm となるが、これでも構わ

40

50

ない。

**【0019】**

図1(b)は、光素子2の電極21に形成された導体バンプ22が、基板の電極凹部13に挿入された状態である。この時点で、基板の電極12の導体バンプ22との接触部分は、凹部13の端部になる。凹部が無いとき、面で接触するが、図1の凹部により円状の線で接触することになる。接触面積が減るので、光素子2に掛ける荷重が少なくても、接触部には充分な圧力がかかり、その結果確実に接合が行われる。換言すれば、小さい荷重で接合ができるため、荷重をかけることによる光素子の劣化を回避することができる。さらに、超音波接合を用いて接合する場合は、超音波出力を小さくしても良好な接続が実現できるので、やはり光素子2へのダメージを回避する効果が得られる。

10

**【0020】**

図1(c)は、光素子2と基板1とを接合した状態である。超音波接合により接合すると、導体バンプ22が変形し、Au-Au拡散が発生して導体バンプ22と基板1の電極12が接合する。このとき、導体バンプ22の先端部は凹部13内で変形するので、接合前にあったバンプ高さばらつきはここでキャンセルされる。また、先端部以外の導体バンプ22も一部凹部に収まる。従って、光素子2の電極と、基板1の電極12の頂上平坦部との間に存在するバンプ材の量が従来構造に比べ少なくなる。よって、基板1と光素子2の距離が小さくなる、すなわち基板1に形成された光導波路コア31と光素子2との距離が短くなり、光結合効率が増大する。

**【0021】**

20

図1(d)は、光素子2と基板1とを接合した状態である。図1(d)において、光素子2は破線で示している。光素子2と基板1とは、4点で相互に接続されている。光素子2の中央部には、発光点または受光点23が形成され、発光点または受光点23の直下には、図示しないミラー33と光導波路3が形成されている。

**【0022】**

なお、基板1の材質はポリイミドに限らず、通信波長で透明な他の樹脂でも構わない。本明細書の中で、導体バンプを接合材と呼ぶことがある。接合材は、導体バンプ、はんだ、導電性接着剤を含み、これらに限られない。

**【0023】**

30

図3において、基板1の上面の配線部には、VCSEL40とVCSEL40を駆動するドライバIC45、フォトダイオード(PD)60とPD60からの微小信号を低ノイズで增幅するプリアンプ65が搭載されている。VCSEL40、PD60との基板1との間には、アンダーフィル樹脂5を充填し、接続部に加わる応力を緩和する。VCSEL40、ドライバIC45、PD60、プリアンプIC65は封止樹脂7でコーティングする。

基板1の下面には、光導波路3を設け、VCSEL40の発光点直下、PD60の受光点直下には光導波路3を90°カットして、ミラー33を形成している。

**【0024】**

40

図示しない電気信号が入力されたドライバIC45は、VCSEL40のレーザ光を変調する。VCSEL40からの光信号は、VCSELの下のミラー33で、導波路3にカップリングされる。光信号は、PD60の下のミラー33で反射され、PD60に受光される。PD60は、光信号を電気信号に変換し、プリアンプIC65で増幅される。基板1および導波路3は、可撓性を有するので、二つ折り型の携帯電話にも適用できる。

なお、図3の構成は、他の実施例にも適用できる。

**【実施例2】**

**【0025】**

実施例2について、図4を参照して説明する。ここで、図4はAuバンプを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。図4(a)ないし(c)は断面を説明する図、(d)は透視平面図である。

**【0026】**

50

図4(a)においてFR-4基板10の上面には、基板電極12の中央付近に電極部材の存在しない開孔部14が存在し、略リング状を呈している。この構造は、配線および電極をパターニングするときに同時に形成されたものである。また、光素子2の発光点または受光点と対向する基板10には、開孔部10aが形成されている。基板10の下面には、光ファイバ70が接着され、光ファイバ70の端面は45°研磨されて、開孔部10a直下に配置されている。なお、開孔部14の形状は略リング状に限らず図2(a)に示すように、矩形状になっていても構わない。また、図2(b)に示すように電極12の外周は矩形、開孔部14は円形となっていても構わない。さらに、(c)に示すように、リング状の一部が切り欠いた形状となっていても構わない。

## 【0027】

10

図4(b)は光素子2に形成された導体バンプ22が、基板の電極開孔部14に挿入された状態である。ここで、実施例2では導体バンプ22が挿入される電極開孔部14に電極部材が存在していないことにより、第一の実施例に比べより多くのバンプ高さのばらつきを開孔部14で吸収できるため光素子2と基板1の平行度を確保するためには有利となる。また、開孔部14へ挿入可能なバンプの長さは大きくなり、基板10と光素子2の距離を短くすることができる。

## 【0028】

なお、実施例2では基板10としてFR-4からなるプリント基板を用いているが、アルミナなどのセラミックでもかまわず、またポリイミド膜を用いたフレキシブル基板でもかまわない。また、本明細書において、開孔部は、凹部に含まれる。光ファイバは、光導波路である。

20

## 【実施例3】

## 【0029】

実施例3について、図5を参照して説明する。ここで、図5はAuバンプを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。図5(a)ないし(c)は断面を説明する図、(d)は透視平面図である。

## 【0030】

図5(d)において、基板1の電極12は、発光点または受光点23を中心とする正方形内をエッティングにて削除した構造である。この電極構造は、配線11と一緒にエッティングして形成できる。

30

## 【0031】

図5(a)に示すように光素子2にはAuからなる導体バンプ22が形成されている。図5(b)に示すように光素子2は、形成された導体バンプ22が基板電極端部12と接した状態で超音波接合により接合される。実施例3では、導体バンプ22は基板電極12の二辺でのみ接触した状態となる。そのため、実施例2に比べ、導体バンプ22と基板電極12の接觸面積が小さくなる。すなわち、超音波接合時、光素子2に掛ける荷重がさらに少なくても接觸部には充分な圧力が加わることとなる。そのため、実施例2と比較して、さらに光素子2のダメージを回避するためには有利となる。

## 【0032】

図5(c)は光素子2と基板1が接合された状態を示す。実施例3において、導体バンプ22は光素子2の発光点または受光点23から遠い側で基板電極12と接しているが、いうまでもなく発光点または受光点23に近い側で基板電極12と接していても構わない。

40

## 【実施例4】

## 【0033】

実施例4について、図6を参照して説明する。ここで、図6ははんだを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。図6(a)ないし(c)は断面を説明する図、(d)は透視平面図である。

## 【0034】

図6(a)において、ポリイミド基板1上に形成された圧延Cuはエッティングにより、

50

配線 1 1 と中央の孔部 1 4 と電極 1 2 とを形成する。電極 1 2 には、接合材 2 4 が印刷法により、供給されている。しかし、電極 1 2 には孔部 1 4 が形成されているので、上方から供給された接合材 2 4 の下には空間がある虞がある。

#### 【 0 0 3 5 】

図 6 ( b )において、真空脱泡により、電極 1 2 の孔部 1 4 の内部が接合材 2 4 で充填されている。実施例 4 では、接合材 2 4 として Sn - 1 Ag - 57 Bi はんだを用いているが、はんだ材は特に限定される必要はなく、また導電性接着剤であってもよい。しかし、基板 1 にポリイミドを用い、その基板 1 の裏面には樹脂からなる光導波路層 3 が形成されている。このように有機材料からなる基板を用いた場合、接合材としてははんだの場合、In - 3.5 Ag、Sn - Zn 等の有機材料の耐熱温度より融点の低いはんだを用いることが望ましい。また、導電性接着剤を用いた場合も同様に、その硬化温度は有機材料の耐熱温度より低いことが望ましい。10

#### 【 0 0 3 6 】

図 6 ( a ) および ( b ) に示すように、接合材 2 4 は基板電極の孔部 1 4 に供給される。これにより、孔部 1 4 の容積分、接合材を過剰に供給することが可能となり、微細な領域に接合材を供給する際、供給量の制御が容易となる。なぜかならば、接合材の供給量のばらつきが一定のとき、供給量の絶対量が多いほうが、供給量のばらつきによる変動割合が少ないからである。

#### 【 0 0 3 7 】

また、基板 1 の基板電極 1 2 および光素子 2 A の素子電極 2 1 の表面には、はんだ材のぬれ性を確保するために Au メタライズが施されている。一般に、はんだ材へ Au が混入すると Au とはんだ材の間で金属間化合物を形成する。この金属間化合物は基板電極 1 2 および素子電極 2 1 とはんだ材 2 4 の界面に形成されるが、この金属間化合物は硬く応力緩衝効果が弱いため、接合の信頼性を低下させる。しかし、実施例 4 では、多量のはんだが存在するため、電極界面に形成された Au のはんだ材への混入比を抑えることができる。このため、Au の過剰な混入によるはんだ接続信頼性の劣化を回避することができる。20

#### 【 0 0 3 8 】

実施例 4 でも基板電極 1 2 の形状は上述した実施例と同様に図 2 ( c ) に示すように、リング状の一部が切り欠いた形状となっていても構わない。また、リングの切欠け位置は、はんだ材の流出による光路干渉を避けるため、光素子 2 の発光点 2 3 ( または受光点 ) と反対側であることが望ましい。30

#### 【 0 0 3 9 】

図 6 ( c ) は、光素子 2 と基板 1 とを接合した状態である。光素子 2 は接合剤により基板 1 に搭載されるが、このとき凹部 1 3 に接合剤が溜まるため、光素子の電極 2 1 と基板の電極 1 2 との間の接合剤 2 4 を薄くすることができる。また、リング状の一部が切り欠いた形状でもその切欠き部からはんだが押し出されることにより、接合部の接合材は薄くなる。その結果、基板 1 と光素子 2 の距離が小さくなる、すなわち基板に形成された光導波路コア 3 1 と光素子 2 との距離が短くなり、光結合効率が増大する。

#### 【 0 0 4 0 】

なお、基板電極 1 2 および素子電極 2 1 の周囲に、横方向 ( 水平方向 ) へのはんだの流れ止めメタライズを形成しても良い。接合材の供給方法は、印刷に限らず、シリング供給であってもよく、これらに限られない。40

#### 【 実施例 5 】

#### 【 0 0 4 1 】

実施例 5 について、図 7 を参照して説明する。ここで、図 7 は Au バンプを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。図 7 ( a ) ないし ( c ) は断面を説明する図、( d ) は透視平面図である。ここで、実施例 5 の接合構造は、実施例 1 の接合構造において、裏面出射型の光素子 2 B を接合した構造となっている。

#### 【 0 0 4 2 】

図 7 ( a ) に示すように、実施例 5 では光素子 2 として発光点 2 3 が素子電極 2 1 の形50

成された面（活性面）の裏面に存在する裏面出射型の面発光レーザを用いている。素子電極 21 には Au からなる導体バンプ 22 が形成されている。図 7 ( b ) ( c ) に示すように、導体バンプ 22 を凹部 13 に挿入し、超音波接合を用いることにより、光素子 2 と基板 1 の平行度が保たれて接合される。この結果、光素子 2B から出射される光は、基板 1 に対して垂直に出射される。光素子 2B から出射された光は別の光学系に入射される、基板 1 に対して垂直に出射されているため、光学系に対する位置決めが容易である。

#### 【0043】

なお、本実施例では基板 10 として FR-4 からなるプリント基板を用いているが、いまでもなく基板 10 の部材はアルミナなどのセラミックからなるリジット基板でもかまわぬ、またポリイミド膜を用いたフレキシブル基板でもかまわない。また、凹部 13 の形状は略リング状に限らず図 2 ( a ) に示すように、矩形状になっていても構わない。また、図 2 ( b ) に示すように電極 12 の外周は矩形、凹部 13 は円形となっていても構わない。さらに、( c ) に示すように、リング状の一部が切り欠いた形状となっていても構わない。さらに、光素子は、裏面受光型の受光素子であっても良い。

#### 【0044】

上述した実施例 1 ないし実施例 5 に拠れば、以下に示す効果が期待できる。接合材が Au 等からなるバンプである場合は

(1) バンプの高さを揃える工程を施すことなく光素子と基板との平行度を確保できる。

#### 【0045】

(2) バンプと基板の電極が面接触ではなく線接触であるため、接合時の荷重が小さくても接合部に大きな圧力が発生し、良好な接合性が確保できる。換言すれば、大きい荷重を掛けることで光素子が劣化するというリスクを避けることができる。

#### 【0046】

(3) Au バンプの余剰 Au が、基板の電極中央の開口部または凹部に入り込むため、光素子の電極と基板の電極の平坦部に存在するバンプを極力少なくできる。その結果、光結合効率が向上する。

#### 【0047】

接合材にはんだペーストまたは導電性接着剤ペーストを用いた場合は

(1) ペースト材を開口部または凹部に供給することで、従来よりも多く接合材はんだを供給することができる。これにより、ペーストの供給量の制御が容易になる。

#### 【0048】

(2) ペーストが電極の外に流出することが防止できるため、短絡などの不良の発生を回避できる。

#### 【0049】

(3) 開口部に接合材が溜まるため、光素子の電極と基板の電極との間の接合材を薄くすることができる。その結果、光結合効率が向上する。

#### 【0050】

(4) はんだの場合、従来よりも多量のはんだが存在するため、電極表面に形成された Au の、はんだ接合時の混入比を抑えることができるため、Au の過剰な混入によるはんだ信頼性の劣化を回避することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0051】

【図 1】 Au バンプを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。

【図 2】 基板の接続部を説明する平面図である。

【図 3】 光送受信モジュールの断面を説明するである。

【図 4】 Au バンプを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。

【図 5】 Au バンプを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。

【図 6】 はんだを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。

【図 7】 Au バンプを用いた光素子と基板の接続を説明する図である。

10

20

30

40

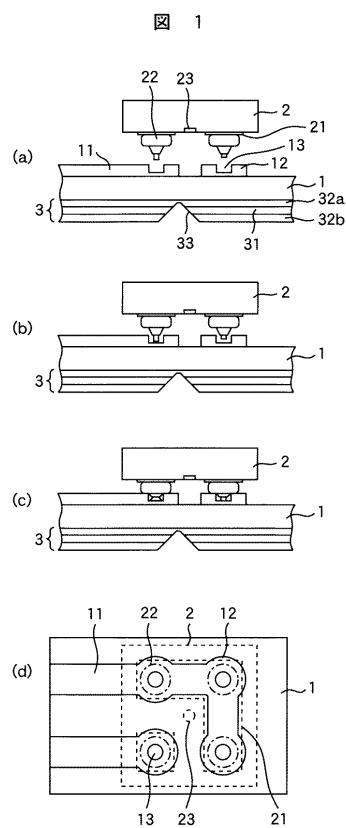
50

## 【符号の説明】

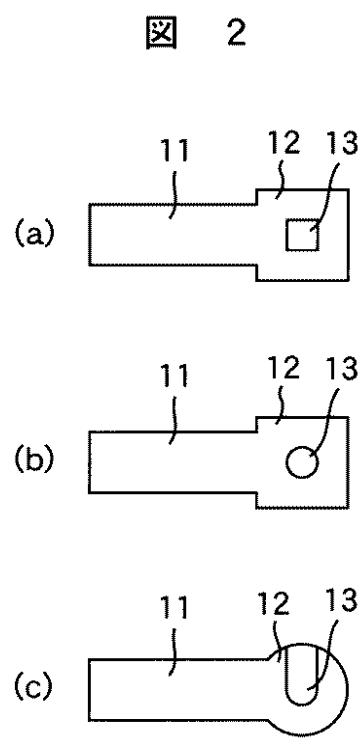
## 【0052】

1...基板、2...光素子、3...光導波路層、5...アンダーフィル樹脂、7...封止樹脂、10...基板、11...電気配線、12...電極、13...凹部、14...開孔部、21...電極、22...導体バンプ、23...発光点または受光点、24...接合材、31...光導波路コア、32...光導波路クラッド、33...45°ミラー、40...V C S E L、45...ドライバI C、60...P D、65...プリアンプI C、70...光ファイバ。

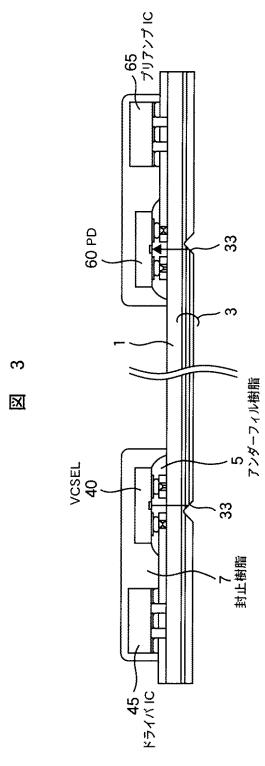
【図1】



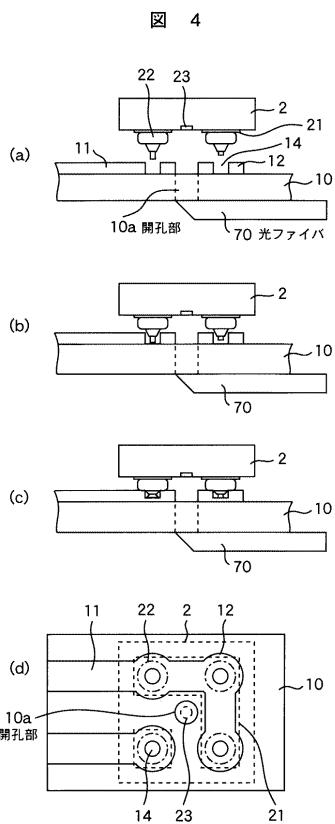
【図2】



【図3】

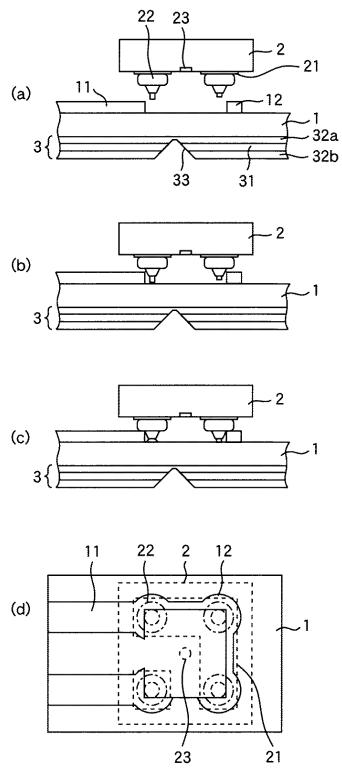


【図4】



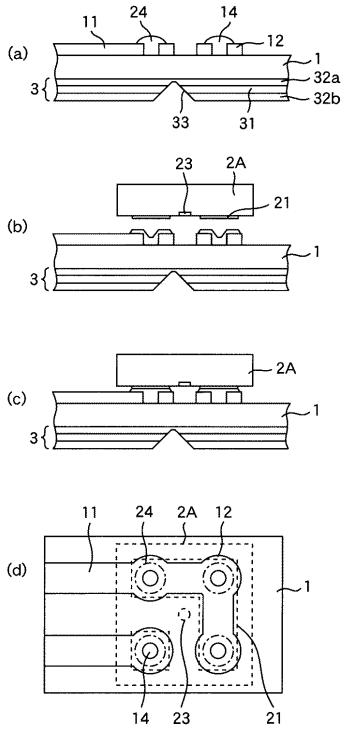
【図5】

図5



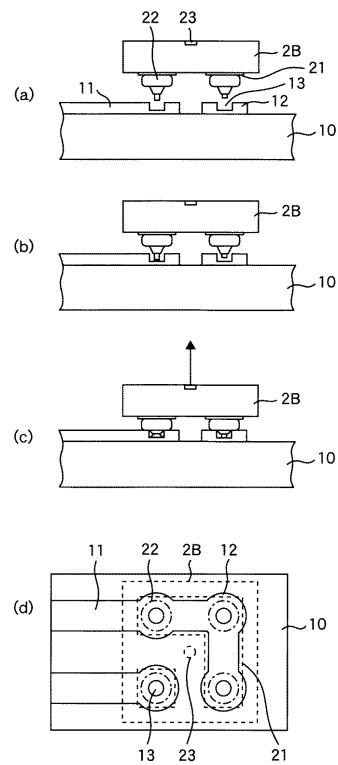
【図6】

図6



【図7】

図 7



---

フロントページの続き

(72)発明者 安田 裕紀  
東京都千代田区外神田四丁目14番1号 日立電線株式会社内

審査官 宮崎 園子

(56)参考文献 特開2004-158701(JP,A)  
特開2006-091241(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/60