

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4850147号  
(P4850147)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年10月28日(2011.10.28)

(51) Int.Cl. F 1  
G 0 2 B 6/42 (2006.01) G 0 2 B 6/42

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-217563 (P2007-217563)	(73) 特許権者	301021533 独立行政法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(22) 出願日	平成19年8月23日(2007.8.23)	(73) 特許権者	000004547 日本特殊陶業株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(65) 公開番号	特開2009-53276 (P2009-53276A)	(73) 特許権者	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂九丁目7番3号
(43) 公開日	平成21年3月12日(2009.3.12)	(73) 特許権者	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
審査請求日	平成22年5月21日(2010.5.21)	(73) 特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光信号を伝送する光ファイバと、光信号を電気信号に変換し、または電気信号を光信号に変換する光素子を光学的に接続する光モジュールであって、

円弧状に曲げられた状態で外側部の光軸と光素子側の光軸とが互いに略垂直である様に、且つ、光ファイバ端面が上部構造体の底面と面一になる様に、光ファイバを保持する保持部材を備えた上部構造体と、

光素子を含む複数の電子部品が搭載されており、光素子に対して上部構造体の光ファイバが光学的に接続されるように上部構造体が上側に位置決めされて着脱自在に配置される電子部品搭載基板と、を備えており、

電子部品搭載基板では、電子部品は、当該基板に立設された壁部に囲まれた単一のキャビティ内に搭載されており、

電子部品搭載基板に立設された壁部に囲まれた前記単一のキャビティを構成する凹部は、前記壁部の上面より、第1深さを有する段差面(36)と、前記段差面に隣接し該段差面よりも深く位置される隣接面(81)と、を有し、

前記光素子(40)は、第1厚みを有し、前記段差面に配置され、

前記他の電子部品(80)は、前記光素子よりも厚く、前記隣接面に配置されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項2】

光信号を伝送する光ファイバと、光信号を電気信号に変換し、または電気信号を光信号

に変換する光素子を光学的に接続する光モジュールであって、

円弧状に曲げられた状態で外側部の光軸と光素子側の光軸とが互いに略垂直である様に、且つ、光ファイバ端面が上部構造体の底面と面一になる様に、光ファイバを保持する保持部材を備えた上部構造体と、

光素子を含む複数の電子部品が搭載されており、光素子に対して上部構造体の光ファイバが光学的に接続されるように上部構造体が上側に位置決めされて着脱自在に配置される電子部品搭載基板と、を備えており、

電子部品搭載基板では、電子部品は、当該基板に立設された壁部に囲まれた単一のキャビティ内に搭載されており、

電子部品搭載基板に立設された壁部に囲まれた前記単一のキャビティを構成する凹部は、前記壁部の上面より、第1深さを有する段差面(36)と、前記段差面に隣接し該段差面よりも浅く位置される隣接面(81)と、を有し、

前記光素子(40)は、第1厚みを有し、前記段差面に配置され、

前記他の電子部品(80)は、前記光素子よりも薄く、前記隣接面に配置されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項3】

前記単一のキャビティ内において、

前記光素子の上面と前記他の電子部品の上面は、略同一平面になるように配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光モジュールに関するものである。

【背景技術】

【0002】

光を情報伝送媒体とする光通信分野においては、光ファイバ等により伝送される光信号を受信または送信するため、光信号と電気信号とを相互に変換する光素子を備えた光モジュールが用いられている。電気信号から光信号への変換には、垂直共振器表面発光レーザ(Vertical cavity surface-emitting Laser: VCSEL)に代表される面発光素子が用いられ、光信号から電気信号への変換には、PINフォトダイオードに代表される面受光素子が用いられており、これらの光素子は基板に対して電氣的に接続され、光ファイバ等は光素子に対して光学的に接続される。

【0003】

このような光モジュールは、配線基板(プリント配線板あるいはボード)上において光ファイバ等の光配線をする際の作業性や、保守交換の容易性などの点から、光ファイバ等の光伝送体がコネクタを介して着脱可能であることが望ましい。

【0004】

また、光素子に光ファイバ等を着脱する場合、配線基板に対して水平方向に着脱する構造にすると、光素子を搭載した部品の周辺に光ファイバ等を着脱する作業用のスペースを設けざるを得ないことから、そのスペースには他の部品を実装できず、実装密度を上げられないという問題がある。したがって、光ファイバ等の着脱は配線基板に対して垂直方向に行うことができることが望ましい。

【0005】

従来、このような要求に対応するものとして、光素子とその受発光面が配線基板に対して水平になるように搭載すると共に、光ファイバ等の端面に反射ミラー等を設けて光軸を垂直に変換したコネクタを用いることで、光ファイバ等と光素子とを垂直方向へ着脱自在に光学的に接続する光モジュールが提案されている(特許文献1参照)。

【特許文献1】特開2006-65358号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、上記のような光ファイバ等と光素子とを垂直方向へ着脱自在に光学的に接続する光モジュールにおいては、光ファイバ等のコネクタである上部構造体を、光素子を含む各種の電子部品が搭載された基板に対して、基板上に搭載した光素子に光ファイバ等を光学的に位置合わせして装着する作業が煩雑であるという問題があった。

## 【 0 0 0 7 】

また、基板上に搭載した光素子に光ファイバ等を光学的に位置合わせする際に、光ファイバ等と光素子との垂直方向の距離が光素子の周辺に搭載された他の電子部品によって規制されるため、垂直方向の位置合わせのために、光ファイバ等と光素子との間にレンズを配置して光接続をしていた。そしてレンズを使用した場合、着脱する度に光ファイバ等と光素子との高さ合わせをするがあり、光接続のために煩雑な作業を要する場合があった。また、レンズを使用した場合、光モジュールのコストが高くなるという問題があった。

10

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、光接続のためのレンズを省略することができ、光モジュールを低コストで製造することができ、さらに、光接続を容易に着脱することが可能な光モジュールを提供することを課題としている。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、上記の課題を解決するために、以下のことを特徴としている。

## 【 0 0 1 0 】

20

第1に、本発明の光モジュールは、光信号を伝送する光ファイバと、光信号を電気信号に変換し、または電気信号を光信号に変換する光素子を光学的に接続する光モジュールであって、

円弧状に曲げられた状態で外側部の光軸と光素子側の光軸とが互いに略垂直である様に、且つ、光ファイバ端面が上部構造体の底面と面一になる様に、光ファイバを保持する保持部材を備えた上部構造体と、

光素子を含む複数の電子部品が搭載されており、光素子に対して上部構造体の光ファイバが光学的に接続されるように上部構造体が上側に位置決めされて着脱自在に配置される電子部品搭載基板と、を備えており、

電子部品搭載基板では、電子部品は、当該基板に立設された壁部に囲まれた単一のキャビティ内に搭載されており、

30

電子部品搭載基板に立設された壁部に囲まれた前記単一のキャビティを構成する凹部は、前記壁部の上面より、第1深さを有する段差面(36)と、前記段差面に隣接し該段差面よりも深く位置される隣接面(81)と、を有し、

前記光素子(40)は、第1厚みを有し、前記段差面に配置され、

前記他の電子部品(80)は、前記光素子よりも厚く、前記隣接面に配置されていることを特徴としている。

## 【 0 0 1 1 】

第2に、本発明の光モジュールは、光信号を伝送する光ファイバと、光信号を電気信号に変換し、または電気信号を光信号に変換する光素子を光学的に接続する光モジュールであって、

40

円弧状に曲げられた状態で外側部の光軸と光素子側の光軸とが互いに略垂直である様に、且つ、光ファイバ端面が上部構造体の底面と面一になる様に、光ファイバを保持する保持部材を備えた上部構造体と、

光素子を含む複数の電子部品が搭載されており、光素子に対して上部構造体の光ファイバが光学的に接続されるように上部構造体が上側に位置決めされて着脱自在に配置される電子部品搭載基板と、を備えており、

電子部品搭載基板では、電子部品は、当該基板に立設された壁部に囲まれた単一のキャビティ内に搭載されており、

電子部品搭載基板に立設された壁部に囲まれた前記単一のキャビティを構成する凹部は

50

、前記壁部の上面より、第1深さを有する段差面(36)と、前記段差面に隣接し該段差面よりも浅く位置される隣接面(81)と、を有し、

前記光素子(40)は、第1厚みを有し、前記段差面に配置され、

前記他の電子部品(80)は、前記光素子よりも薄く、前記隣接面に配置されていることを特徴とする。

【0012】

第3に、上記第1または第2の光モジュールにおいて、前記単一のキャビティ内において、

前記光素子の上面と前記他の電子部品の上面は、略同一平面になるように配置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

上記第1の発明によれば、電子部品搭載基板をキャビティ形状とし、光素子を段差面に搭載し、上部構造体を電子部品搭載基板の壁部上面に当接させて光接続するようにしたので、上部構造体の光伝送体と電子部品搭載基板上の光素子との垂直方向の距離を、電子部品搭載基板の壁部上面と段差面により規定することができる。

【0014】

すなわち、他の電子部品の厚さに制限されることなく、上部構造体の光伝送体の端面と電子部品搭載基板の光素子との光接続のための光学的な条件に応じて、光素子が搭載される段差面のキャビティ深さを適切に設定することができる。

【0015】

また、このような構成とすることで光接続のためのレンズを省略することができ、その結果、光モジュールを低コストで製造することができる。

【0016】

さらに、上部構造体を電子部品搭載基板の壁部上面に当接させることで、容易に光接続のための高さ合わせをすることができるので、光接続のための装着作業が容易である。

【0017】

上記第2の発明によれば、光素子および他の電子部品の相対的な厚さに応じて、当該他の電子部品が搭載された隣接面に対して底上げされた段差面に光素子を搭載するようにしたので、上記第1の発明の効果に加え、当該他の電子部品の厚さにより上部構造体の光伝送体と電子部品搭載基板上の光素子との垂直方向の距離が規制されることがないため、光接続のためのレンズを省略することができ、その結果、光モジュールを低コストで製造することができる。

【0018】

上記第3の発明によれば、光素子および他の電子部品の相対的な厚さに応じて、当該他の電子部品が搭載された隣接面に対して底下げされた段差面に光素子を搭載するようにしたので、上記第1の発明の効果に加え、当該他の電子部品の厚さにより上部構造体の光伝送体と電子部品搭載基板上の光素子との垂直方向の距離が規制されることがないため、光接続のためのレンズを省略することができ、その結果、光モジュールを低コストで製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本明細書において、「光伝送体」には、ガラス製、樹脂製等の光ファイバ、樹脂製等の光導波路などが含まれる。以下の実施形態では光ファイバを用いた例を説明するが、本発明において適用される光伝送体はこれに限定されるものではなく、光導波路等のように、光伝送路を構成する各種のものを適用することができる。

【0020】

本明細書において、「光素子」には、単一の受発光面を有するものの他、複数の受発光面がアレイ状等に配置された一体のものが含まれる。光素子の具体例としては、VCSELなどの面発光素子、PINフォトダイオードなどの面受光素子が挙げられるが、これら

10

20

30

40

50

の面発光素子および/または面受光素子の受発光面がアレイ状に配置された一体のものであってもよい。

【0021】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。図1および図2は、本発明の一実施形態における光モジュールを示す斜視図であり、図1は光接続および電気接続を切り離した状態、図2は光接続および電気接続をした状態を示している。

【0022】

図1に示すように、本実施形態の光モジュール1は、光ファイバ7が保持部材6により保持された上部構造体5と、光素子40を搭載した電子部品搭載基板30と、異方導電性シート60と、配線基板70（プリント配線板あるいはボード）上に固定された嵌合部材50とを備えている。

10

【0023】

この光モジュール1は、配線基板70上の嵌合部材50内の開口部51に異方導電性シート60を配置し、その上に電子部品搭載基板30を配置し、さらにその上から上部構造体5を垂直に嵌め込んで図2に示すように装着することにより、上部構造体5の光ファイバ7と電子部品搭載基板30の光素子40が光学的に接続し、電子部品搭載基板30と配線基板70が異方導電性シート60を介して電氣的に接続されるようになっている。図2に示す装着状態の光モジュール1は、全体として、たとえば幅10mm×10mm、厚さ6.4mmのコンパクトなサイズのコモジュールを構成している。

【0024】

20

上部構造体5は、図3(a)および図3(b)にも示すように、樹脂製の保持部材6の背面から、複数本（本実施形態では12本）の光ファイバ7が並列したテープファイバ8が保持部材6内に水平に入り込み、保持部材6内で光ファイバ7が円弧状に曲げられて光ファイバ7の端面7aが保持部材6の下面から垂直に露出した構造を有している。

【0025】

保持部材6の上面における光ファイバ7と平行な両側周縁部には、当該周縁部に沿ってテープ面を成す一对の肩部12が設けられており、図1の嵌合部材50内に嵌め込んで装着したときに嵌合部材50の上部に設けられた一对の突条部52が保持部材6の肩部12に当接して下方に押圧するようになっている。

【0026】

30

また、図1に示すように、保持部材6には2つの位置決め穴11が設けられており、図1の嵌合部材50内に嵌め込んで装着したときに、光素子搭載基板30に立設された位置決めピン42が保持部材6の位置決め穴11に挿入されて上部構造体5と電子部品搭載基板30とが水平方向に位置決めされるようになっている。

【0027】

保持部材6は、図3(a)および図3(b)に示すように上側部材10と下側部材20とから構成されており、上側部材10と下側部材20によって光ファイバ7を挟み込んで保持するようになっている。上側部材10の下面側には光ファイバ7の円弧形状に対応した曲面上に、たとえば断面V字状などのガイド溝が平行に設けられており、これらのガイド溝のそれぞれに光ファイバ7が1本ずつ配置され案内されるようになっている。一方、下側部材20の上面側には光ファイバ7の円弧形状に対応した曲面を成す光ファイバ保持面が設けられており、上側部材10と下側部材20によって光ファイバ7を挟み込むことにより、上側部材10のガイド溝と下側部材20の光ファイバ保持面との間で光ファイバ7を円弧状に曲げられた状態で保持するようになっている。

40

【0028】

図4は、電子部品搭載基板30の上面側斜視図、図5は断面図である。図4に示すように、電子部品搭載基板30は、外周部に沿って壁部32が立設された箱状のセラミック基板31を備えており、セラミック基板31上の前方側の位置には光ファイバ7と同数の受発光面が並んで配置された光素子40が搭載されている。光素子40は、面発光素子のVCSSELと面受光素子のPINフォトダイオードから構成されている。壁部32の上面3

50

2 aは光学的基準面を構成しており、上部構造体5の下面に当接することにより、光ファイバ7の端面7 aと光素子4 0とが垂直方向に位置決めされる。

【0029】

セラミック基板3 1上における光素子4 0の後方には、光素子4 0のドライバ集積回路装置4 1が搭載されており、光素子4 0とドライバ集積回路装置4 1はボンディングワイヤによって接続されている。その他、セラミック基板3 1上には他の電子部品が搭載されていると共に、セラミック基板3 1上の電子部品は、電子部品の直下あるいはプリント配線3 3等を介して、セラミック基板3 1を貫通するスルーホールを通じて、セラミック基板3 1の裏面に設けられた、たとえばピッチ5 0 0 μm、直径3 0 0 ~ 3 5 0 μm、高さ1 0 μmで配置された裏面電極に電氣的に接続されている。

10

【0030】

セラミック基板3 1上における光素子4 0の両側の位置には、突出高さ2 mm、突出部分の直径0 . 7 mmの一对の位置決めピン4 2が立設されており、これらの位置決めピン4 2が上部構造体5の位置決め穴1 1に挿入されることにより電子部品搭載基板3 0と上部構造体5が水平方向に位置決めされるようになっている。

【0031】

図5に示すように、電子部品搭載基板3 0は、壁部3 2に囲まれたキャビティ3 4内に電子部品が搭載されており、光素子4 0は、キャビティ3 4の底面における底上げされた段差面3 6に搭載されている。すなわち、光素子4 0が搭載された段差面3 6は、ドライバ集積回路装置4 1などの他の電子部品が搭載された底面3 5から底上げされており、上部構造体5を電子部品搭載基板3 0の壁部3 2の上面3 2 aに当接させて光接続したときに、上部構造体5の光ファイバ7の端面7 aと光素子4 0との垂直方向の距離が、電子部品搭載基板3 0の壁部3 2の上面3 2 aと段差面3 6により規定されるようになっている。

20

【0032】

さらに、電子部品搭載基板3 0に壁部3 2を設けることで、段差面3 6よりも低い底面3 5に搭載されたドライバ集積回路装置4 1などの他の電子部品が、壁部3 2から上方に突出せずにキャビティ3 4内に収納されており、これにより上部構造体5を電子部品搭載基板3 0の壁部3 2の上面3 2 aに当接させて光接続できるようになっている。

【0033】

段差面3 6の底面3 5からの高さは、光接続の結合効率等を考慮して適宜の高さとすることができ特に制限はないが、たとえば条件に応じて数μm~数百μmとすることができる。段差面3 6は、セラミック基板3 1と一体に形成してもよく、あるいは、セラミック基板3 1上にポリフェニレンサルファイド樹脂やエポキシ樹脂などの樹脂材からなる段差形成用の部材を配置して段差面3 6を形成するようにしてもよい。

30

【0034】

光モジュール1を図1のように光接続および電気接続が切り離された状態から図2のように光接続および電気接続をした状態に組み立てる際には、まず、図1の配線基板7 0上に固定された嵌合部材5 0の開口部5 1内に異方導電性シート6 0を配置する。次いでその上に電子部品搭載基板3 0を配置し、さらにその上から上部構造体5を嵌合部材5 0に垂直に嵌め込む。

40

【0035】

このとき、電子部品搭載基板3 0の位置決めピン4 2が上部構造体5の位置決め穴1 1に挿入されて、電子部品搭載基板3 0に対して上部構造体5が水平方向に所定の精度、たとえば3 ~ 5 μmの精度で位置決めされると共に、保持部材6の側面が嵌合部材5 0の側板部5 3に規制されて、電子部品搭載基板3 0が配線基板7 0に対して間接的に水平方向に位置決めされる。配線基板7 0上には、ピッチ5 0 0 μm、直径3 0 0 ~ 3 5 0 μmのはんだバンプが形成されており、これらのはんだバンプに対して、電子部品搭載基板3 0の下面に設けられたピッチ5 0 0 μm、直径3 0 0 ~ 3 5 0 μmの裏面電極が位置合わせされる。

50

## 【0036】

そして、嵌合部材50の弾性により上部構造体5は下方に押圧され、これにより異方導電性シート60が加圧されて導通状態となる。これにより、異方導電性シート60を介して電子部品搭載基板30の裏面電極と配線基板70上のはんだバンプとが電氣的に接続される。

## 【0037】

また、電子部品搭載基板30の位置決めピン42が上部構造体5の位置決め穴11に挿入されることにより、図6の断面図に示すように光ファイバ7の端面7aと、光素子40との水平方向の位置決めがされると共に、保持部材6の下面6aと光素子搭載基板30の壁部32の上面32aとが当接することにより、光ファイバ7の端面7aと、光素子40との垂直方向の位置決めがされて、これらが光学的に接続される。

10

## 【0038】

以上のようにして、光モジュール1は図2に示す状態で垂直方向へ電氣的および光学的に接続され、光ファイバ7を通じて外部との間で伝送される光信号の送受信が可能な状態とされる。

## 【0039】

そして、たとえば保守交換時などにおいては、上部構造体5を嵌合部材50から垂直に抜き出すことで光接続を容易に切り離すことができ、次いで光素子搭載基板30を異方導電性シート60上から垂直に取り出すことで電氣接続を容易に切り離すことができる。

## 【0040】

20

以上に、実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記の実施形態に何ら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において各種の変更が可能である。たとえば、上記の実施形態では、図7(a)のように、電子部品搭載基板30のキャビティ34内における他の電子部品80が搭載された隣接面81に対して底上げされた段差面36に光素子40を搭載したが、光素子40および他の電子部品80の相対的な厚さに応じて、図7(b)のように、電子部品搭載基板30のキャビティ34内における他の電子部品80が搭載された隣接面81に対して底下げされた段差面36に光素子40を搭載するようにしてもよい。このように、光素子40および他の電子部品80の相対的な厚さに応じた段差面36を形成することで、他の電子部品80の厚さに制限されることなく、上部構造体5の光ファイバ7の端面7aと電子部品搭載基板30の光素子40との光接続のための光学的な条件に応じて、光素子40が搭載される段差面36のキャビティ34の深さを適切に設定することができる。

30

## 【0041】

上記の実施形態では、電子部品搭載基板30と配線基板70とを異方導電性シート60を介して電氣接続する例を示したが、その他、電子部品搭載基板30と配線基板70とを電氣コネクタを介して電氣接続する構造、電子部品搭載基板30の裏面電極を配線基板70にはんだ接続した構造など、電子部品搭載基板30と配線基板70との電氣接続は各種の構造とすることができる。

## 【0042】

上記の実施形態では、嵌合部材50を用いて上部構造体5を垂直方向へ着脱自在に装着し、電子部品搭載基板30の光素子40に対して上部構造体5の光伝送路を光学的に接続するようにしたが、このような機能を有する装着構造として、他の機構によるものを用いるようにしてもよい。たとえば、配線基板70に嵌合穴を設けると共に、上部構造体5にラッチ構造を設けて、上部構造体5のラッチ構造を配線基板70の嵌合穴に嵌合させて装着するようにしてもよい。

40

## 【0043】

光素子40として、レーザダイオードなどのVCSEL以外の面発光素子を用いてもよく、PINフォトダイオード以外の面受光素子を用いるようにしてもよい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0044】

50

【図1】図1は、本発明の一実施形態における光モジュールを示す斜視図であり、光接続および電気接続を切り離れた状態を示す。

【図2】図2は、図1の光モジュールにおける光接続および電気接続をした状態を示す斜視図である。

【図3】図3は、上部構造体の上側部材、光ファイバ、および下側部材の配置状態を示した図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図4】図4は、電子部品搭載基板の斜視図である。

【図5】図5は、電子部品搭載基板の断面図である。

【図6】図6は、上部構造体と電子部品搭載基板とが光接続された状態を示す断面図である。

10

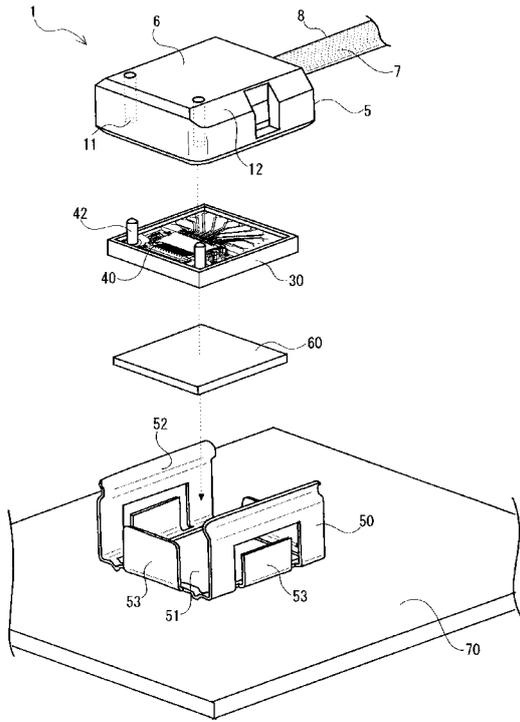
【図7】図7は、本発明の他の実施形態における光モジュールの電子部品搭載基板の部分断面図である。

【符号の説明】

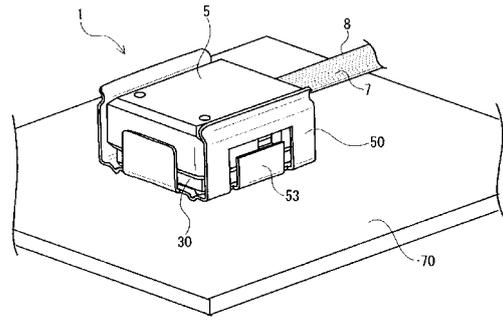
【0045】

1	光モジュール	
5	上部構造体	
6	保持部材	
6 a	<u>上部構造体の底面</u>	
7	光ファイバ	
7 a	端面	20
8	テープファイバ	
10	上側部材	
11	位置決め穴	
12	肩部	
20	下側部材	
30	電子部品搭載基板	
31	セラミック基板	
32	壁部	
32 a	上面	
33	プリント配線	30
34	<u>単一のキャビティ</u>	
35	底面	
36	段差面	
40	光素子	
41	ドライバ集積回路装置	
42	位置決めピン	
50	嵌合部材	
51	開口部	
52	突条部	
53	側板部	40
54	突起部	
60	異方導電性シート	
65 a	外部側光軸	
65 b	光素子側光軸	
70	配線基板	
80	他の電子部品	
81	隣接面	

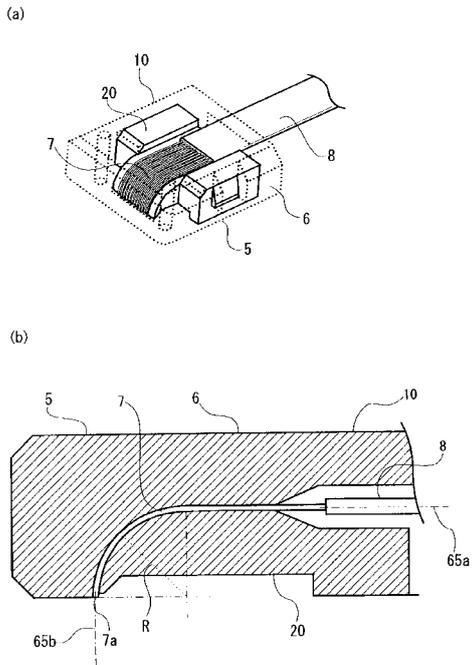
【図1】



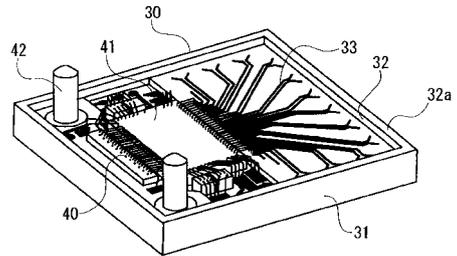
【図2】



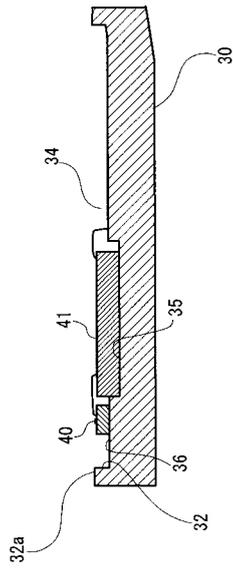
【図3】



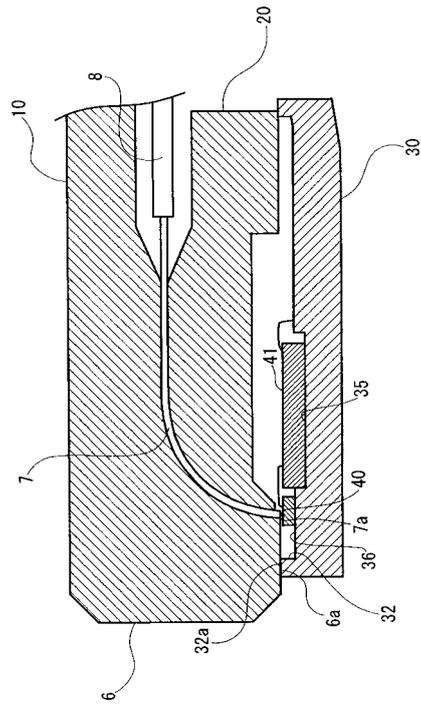
【図4】



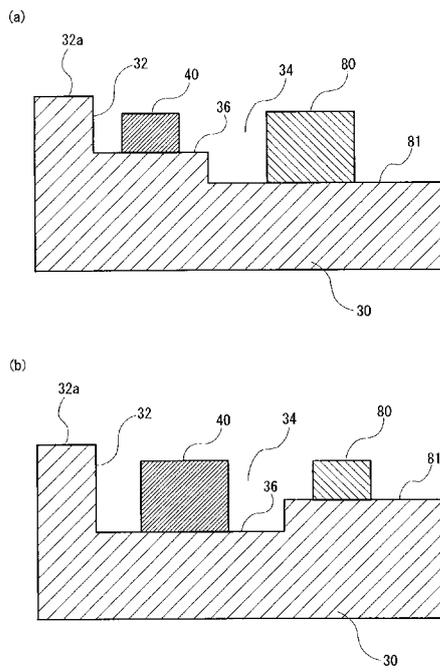
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

- (73)特許権者 000004455  
日立化成工業株式会社  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 1 番 1 号
- (73)特許権者 000005186  
株式会社フジクラ  
東京都江東区木場 1 丁目 5 番 1 号
- (74)代理人 100093230  
弁理士 西澤 利夫
- (72)発明者 青柳 昌宏  
茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 仲川 博  
茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 菊地 克弥  
茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 三川 孝  
茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 岡田 義邦  
茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 鈴木 敦  
愛知県小牧市大字岩崎 2 8 0 8 日本特殊陶業株式会社内
- (72)発明者 長尾 太介  
神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地 富士ゼロックス株式会社内
- (72)発明者 鈴木 貞一  
神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地 富士ゼロックス株式会社内
- (72)発明者 田村 充章  
神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内
- (72)発明者 橋本 陽一  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 樋野 智之  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 増田 宏  
茨城県つくば市和台 4 8 日立化成工業株式会社内
- (72)発明者 鈴木 修司  
東京都品川区大崎 5 丁目 5 番 2 3 号 ヒロセ電機株式会社内
- (72)発明者 若園 芳嗣  
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内
- (72)発明者 林 幸生  
千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ内
- (72)発明者 石川 隆朗  
千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ内

審査官 山村 浩

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