

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-53276

(P2009-53276A)

(43) 公開日 平成21年3月12日(2009.3.12)

(51) Int.Cl.
G02B 6/42 (2006.01)

F I
G02B 6/42

テーマコード (参考)
2H137

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-217563 (P2007-217563)
(22) 出願日 平成19年8月23日 (2007.8.23)

(71) 出願人 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
(71) 出願人 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
(71) 出願人 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
(71) 出願人 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
(71) 出願人 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

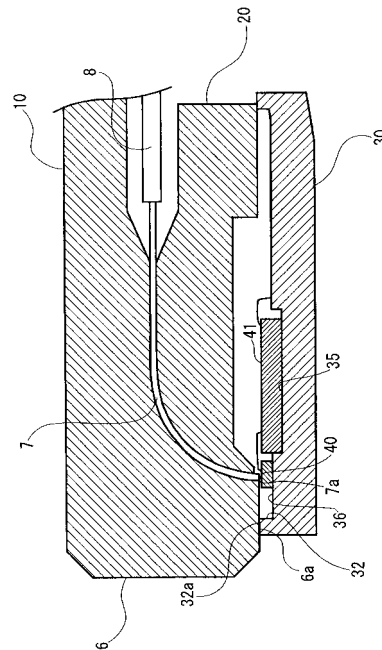
(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 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。

【解決手段】 電子部品搭載基板30は、当該基板に立設された壁部32に囲まれたキャビティ内に電子部品が搭載されており、光素子40は、当該キャビティ内における他の電子部品が搭載された面に対する段差面36に搭載されており、上部構造体5を電子部品搭載基板30上に配置したときに、上部構造体5が電子部品搭載基板30の壁部32の上面32aに当接することにより、上部構造体5の光伝送体7の端面7aと電子部品搭載基板30の光素子40とが上下方向に位置決めされて光学的に接続されることを特徴としている。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光信号を伝送する光伝送体と、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と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構造を有し、外部側の光軸と光素子側の光軸とが互いに垂直である光伝送体および当該光伝送体を保持する保持部材を備えた上部構造体と、配線基板上に配置され、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伝送体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上部構造体が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、電子部品搭載基板は、当該基板に立設された壁部に囲まれたキャビティ内に電子部品が搭載されており、光素子は、当該キャビティ内における他の電子部品が搭載された面に対する段差面に搭載されており、上部構造体を電子部品搭載基板上に配置したときに、上部構造体が電子部品搭載基板の壁部上面に当接することにより、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が上下方向に位置決めされて光学的に接続されることを特徴とする光モジュール。

10

【請求項 2】

光素子は、電子部品搭載基板のキャビティ内における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搭載されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】

光素子は、電子部品搭載基板のキャビティ内における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搭載されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

20

【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。

30

【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。

40

【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)。

50

【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】

【0006】

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。

【0007】

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。

【0008】

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】

【0009】

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。

【0010】

第1に、本発明の光モジュールは、光信号を伝送する光伝送体と、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と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構造を有し、外部側の光軸と光素子側の光軸とが互いに垂直である光伝送体および当該光伝送体を保持する保持部材を備えた上部構造体と、配線基板上に配置され、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伝送体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上部構造体が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、電子部品搭載基板は、当該基板に立設された壁部に囲まれたキャビティ内に電子部品が搭載されており、光素子は、当該キャビティ内における他の電子部品が搭載された面に対する段差面に搭載されており、上部構造体を電子部品搭載基板上に配置したときに、上部構造体が電子部品搭載基板の壁部上面に当接することにより、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が上下方向に位置決めされて光学的に接続されることを特徴としている。

【0011】

第2に、上記第1の光モジュールにおいて、光素子は、電子部品搭載基板のキャビティ内における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搭載されていることを特徴とする。

【0012】

第3に、上記第2の光モジュールにおいて、光素子は、電子部品搭載基板のキャビティ内における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搭載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】

10

20

30

40

50

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れた状態、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。

【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

10

20

30

40

50

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 10 mm × 10 mm、厚さ 6.4 mm 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】

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 7 a 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パ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】

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。

【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 VCSEL 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 32 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 40 とが垂直方向に位置決めされる。

【0029】

セラミック基板 31 上における光素子 40 の後方には、光素子 40 のドライバ集積回路装置 41 が搭載されており、光素子 40 とドライバ集積回路装置 41 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 31 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 31 上の電子部品は、電子部品の直下あるいはプリント配線 33 等を介して、セラミック基板 31 を貫通するスルーホールを通じて、セラミック基板 31 の裏面に設けられた、たとえばピッチ 500 μm、直径 300 ~ 350 μm、高さ 10 μm で配置された裏面電極に電氣的に接続されている。

【0030】

セラミック基板 31 上における光素子 40 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 42 が立設されており、これらの位置決めピン 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電子部品搭載基板 30 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 30 は、壁部 32 に囲まれたキャビティ 34 内に

10

20

30

40

50

電子部品が搭載されており、光素子 40 は、キャビティ 34 の底面における底上げされた段差面 36 に搭載されている。すなわち、光素子 40 が搭載された段差面 36 は、ドライバ集積回路装置 41 などの他の電子部品が搭載された底面 35 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 30 の壁部 32 の上面 32a 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 7a と光素子 40 との垂直方向の距離が、電子部品搭載基板 30 の壁部 32 の上面 32a と段差面 36 により規定されるようになっている。

【0032】

さらに、電子部品搭載基板 30 に壁部 32 を設けることで、段差面 36 よりも低い底面 35 に搭載されたドライバ集積回路装置 41 などの他の電子部品が、壁部 32 から上方に突出せずにキャビティ 34 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 30 の壁部 32 の上面 32a に当接させて光接続できるようになっている。

10

【0033】

段差面 36 の底面 35 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 36 は、セラミック基板 31 と一体に形成してもよく、あるいは、セラミック基板 31 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 36 を形成するようにしてもよい。

【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 70 上に固定された嵌合部材 50 の開口部 51 内に異方導電性シート 60 を配置する。次いで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 を嵌合部材 50 に垂直に嵌め込む。

20

【0035】

このとき、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 に挿入されて、電子部品搭載基板 30 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 50 の側板部 53 に規制されて、電子部品搭載基板 30 が配線基板 70 に対して間接的に水平方向に位置決めされる。配線基板 70 上には、ピッチ 500 μm 、直径 300 ~ 350 μm のはんだパンプが形成されており、これらのはんだパンプに対して、電子部品搭載基板 30 の下面に設けられたピッチ 500 μm 、直径 300 ~ 350 μm の裏面電極が位置合わせされる。

30

【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 上のはんだパ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。

40

【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

50

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気接続を容易に切り離すことができる。

【0040】

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
10

【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 を介して電気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 とを電気コネクタを介して電気接続する構造、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 との電気接続は各種
20

【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
30

【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】

【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した状態を示す。

【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。
40

【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。

【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。

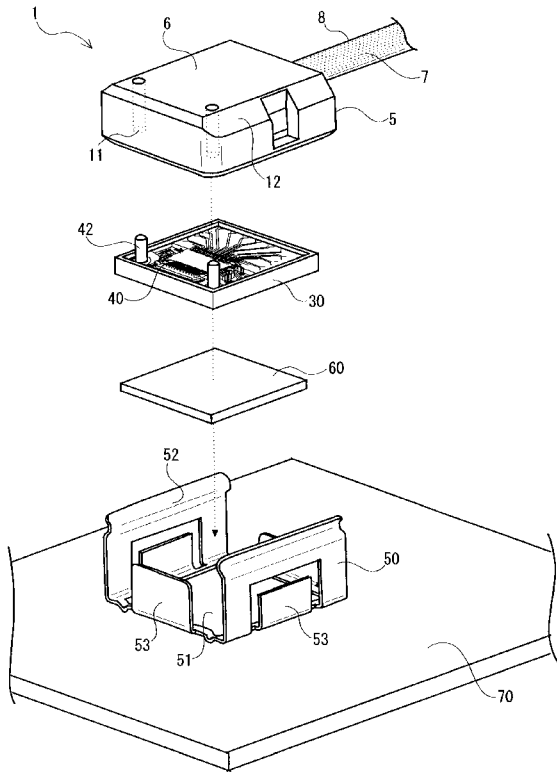
【符号の説明】

【0045】

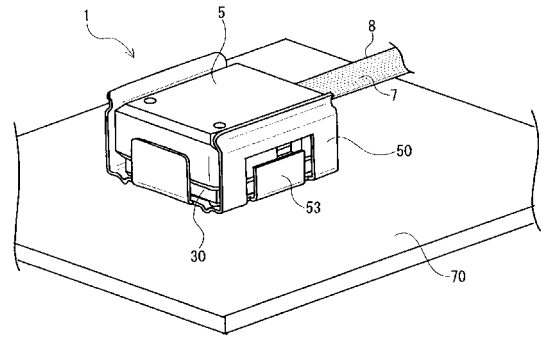
- 1 光モジュール
- 5 上部構造体
- 6 保持部材

6 a	下面	
7	光ファイバ	
7 a	端面	
8	テープファイバ	
1 0	上側部材	
1 1	位置決め穴	
1 2	肩部	
2 0	下側部材	
3 0	電子部品搭載基板	
3 1	セラミック基板	10
3 2	壁部	
3 2 a	上面	
3 3	プリント配線	
3 4	キャビティ	
3 5	底面	
3 6	段差面	
4 0	光素子	
4 1	ドライバ集積回路装置	
4 2	位置決めピン	
5 0	嵌合部材	20
5 1	開口部	
5 2	突条部	
5 3	側板部	
5 4	突起部	
6 0	異方導電性シート	
6 5 a	外部側光軸	
6 5 b	光素子側光軸	
7 0	配線基板	
8 0	他の電子部品	
8 1	隣接面	30

【 図 1 】

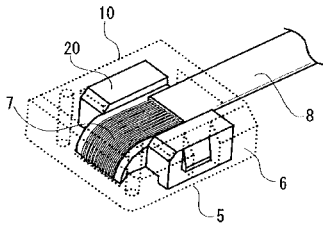


【 図 2 】

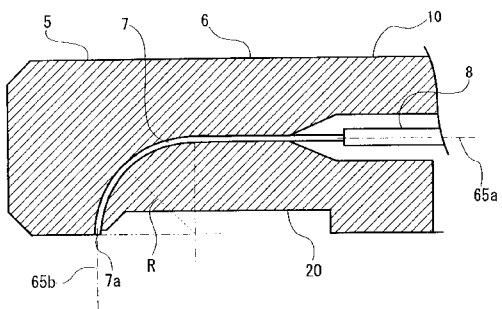


【 図 3 】

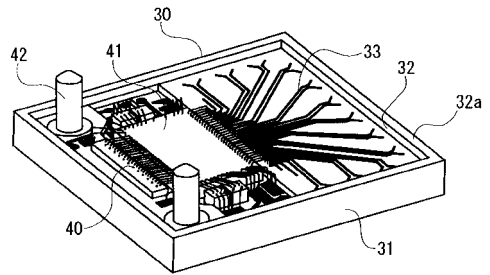
(a)



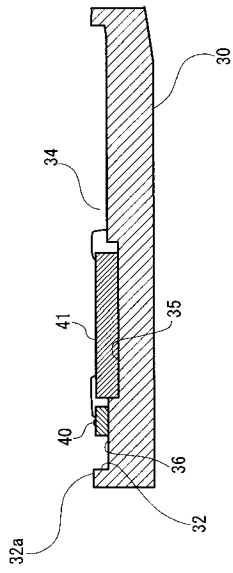
(b)



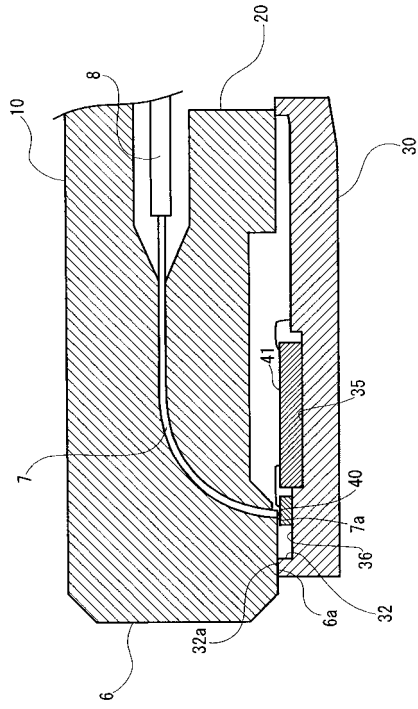
【 図 4 】



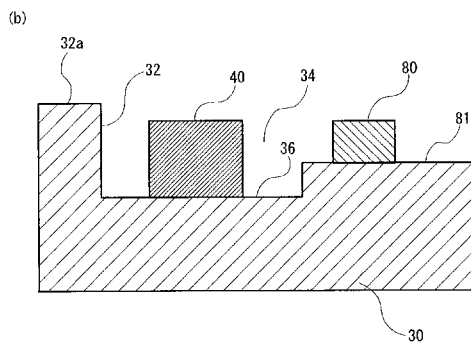
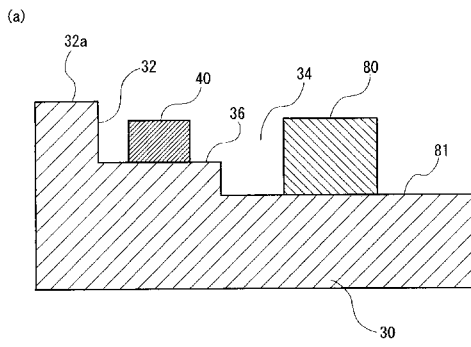
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (71)出願人 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
- (71)出願人 390005049
ヒロセ電機株式会社
東京都品川区大崎 5 丁目 5 番 2 3 号
- (71)出願人 000000158
イビデン株式会社
岐阜県大垣市神田町 2 丁目 1 番地
- (71)出願人 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

F ターム(参考) 2H137 AB05 AB06 AB11 AC12 BA02 BA06 BA15 BA56 BB03 BB12
BB17 BB25 BB33 CA15A CA33 CA75 CC05 CC28 CD20 CD33

DA39 HA13