

(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2013-152286
(P2013-152286A)

(43) 公開日 平成25年8月8日(2013.8.8)

(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 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-12202(P2012-12202)
(22) 出願日 平成24年1月24日(2012.1.24)

(71) 出願人 000005120
日立電線株式会社
東京都台東区浅草橋一丁目2番16号
(74) 代理人 100068021
弁理士 絹谷 信雄
(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
(72) 発明者 石川 浩史
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
(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

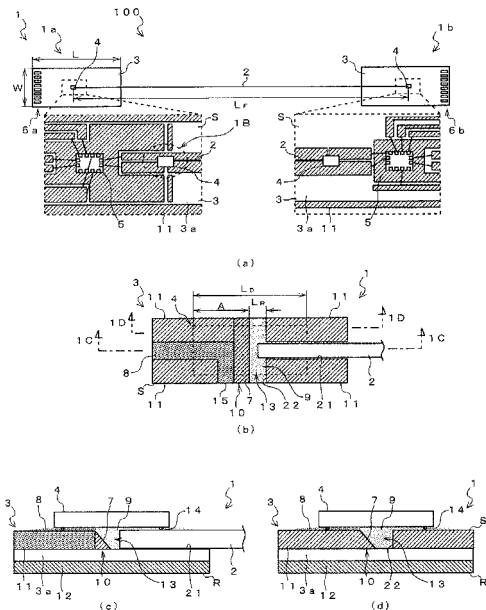
(54) 【発明の名称】 光モジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光素子の実装作業を容易とし、製造が容易で低コストな光モジュール及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 ミラー7の幅を光ファイバ収容溝21の幅よりも大きく形成し、光ファイバ収容溝21のミラー7側の端部の周縁部に、当該周縁部と対向するミラー7から入射された光を反射して、再びその対向するミラー7に戻す反射部22を形成したものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

面発光素子または面受光素子からなり、その発光部または受光部を前記基板側にして前記基板の表面に実装される光素子と、

前記基板の表面に対して平行に配置されると共に、前記基板の長さ方向に沿って配置される光ファイバと、

前記光素子の発光部または受光部、および前記光ファイバの先端と対向するように設けられ、前記光素子と前記光ファイバとを光学的に接続するミラーと、

前記基板の表面に設けられ、前記光ファイバを収容する光ファイバ収容溝と、

を備えた光モジュールにおいて、

前記ミラーの幅を前記光ファイバ収容溝の幅よりも大きく形成し、

前記光ファイバ収容溝の前記ミラー側の端部の周縁部に、当該周縁部と対向する前記ミラーから入射された光を反射して、再びその対向する前記ミラーに戻す反射部を形成したことを特徴とする光モジュール。

10

【請求項 2】

前記ミラーの両側の前記反射部と対向する部分の幅は、それぞれ $50 \mu\text{m}$ 以上である請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 3】

前記ミラーの前記反射部側の端部と前記反射部との距離は、 $200 \mu\text{m}$ 以下である請求項 1 または 2 記載の光モジュール。

20

【請求項 4】

前記光素子と前記基板間に前記基板の幅方向に延びるように設けられ、前記光素子と前記基板間の隙間を、前記基板の長さ方向に分割するように仕切るダム部材を備え、

前記ダム部材の前記光ファイバ側の一侧に前記ミラーが形成され、

前記ダム部材よりも前記光ファイバと反対側の前記隙間にアンダーフィル用樹脂が充填され、前記ダム部材よりも前記光ファイバ側の前記隙間に光ファイバ固定用樹脂が充填された

請求項 1 ~ 3 いずれかに記載の光モジュール。

【請求項 5】

基板と、

面発光素子または面受光素子からなり、その発光部または受光部を前記基板側にして前記基板の表面に実装される光素子と、

前記基板の表面に対して平行に配置されると共に、前記基板の長さ方向に沿って配置される光ファイバと、

前記光素子の発光部または受光部、および前記光ファイバの先端と対向するように設けられ、前記光素子と前記光ファイバとを光学的に接続するミラーと、

前記基板の表面に設けられ、前記光ファイバを収容する光ファイバ収容溝と、

を備えた光モジュールの製造方法において、

前記ミラーの幅を前記光ファイバ収容溝の幅よりも大きく形成すると共に、

前記光ファイバ収容溝の前記ミラー側の端部の周縁部に、当該周縁部と対向する前記ミラーから入射された光を反射して、再びその対向する前記ミラーに戻す反射部を形成し、

前記基板の上方から前記ミラーに光を照射し、前記反射部での反射により明るくなった部分に挟まれた暗い部分を抽出することにより、前記ミラーの前記光ファイバ収容溝と対向する部分を抽出し、その前記ミラーの前記光ファイバ収容溝と対向する部分の上面視における中央部に前記発光部または受光部が位置するように位置合せをして、前記光素子を実装する

40

ことを特徴とする光モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、面発光素子または面受光素子からなる光素子を用いた光モジュール及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

面発光素子または面受光素子からなる光素子を用いた光モジュールでは、光素子を基板に実装すると、光素子の光軸が基板の表面に対して垂直方向となる。そのため、基板の表面に対して平行に配置された光ファイバと光素子とを光学的に接続するために、光軸を90度変換するミラーが用いられている。

【0003】

このような光モジュールとして、従来、基板上に光導波路を形成すると共に、その光導波路に基板の表面に対して45度傾斜したミラーを形成し、当該ミラーを形成した光導波路を介して、光ファイバと光素子とを光学的に接続したものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-10254号公報

【特許文献2】特開2008-122721号公報

【特許文献3】特開2009-145817号公報

【特許文献4】特開2006-292852号公報

【特許文献5】特開2003-14946号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述の従来光モジュールでは、光素子を基板に実装する際にアクティブで実装する必要があるため、製造に手間がかかり、コストが高くなってしまおうという問題があった。

【0006】

具体的には、上述の従来光モジュールでは、光素子を基板に実装する際にミラーの位置が視認できないので、例えば面発光素子からなる光素子を実装する場合には、光素子に電源を接続して光素子を発光させ、光導波路から出力される光の光量を測定しつつ、測定される光量が最も大きくなる位置に光素子を実装する必要がある、非常に手間がかかる。

【0007】

本発明は上記事情に鑑み為されたものであり、光素子の実装作業を容易とし、製造が容易で低コストな光モジュール及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は上記目的を達成するために創案されたものであり、基板と、面発光素子または面受光素子からなり、その発光部または受光部を前記基板側にして前記基板の表面に実装される光素子と、前記基板の表面に対して平行に配置されると共に、前記基板の長さ方向に沿って配置される光ファイバと、前記光素子の発光部または受光部、および前記光ファイバの先端と対向するように設けられ、前記光素子と前記光ファイバとを光学的に接続するミラーと、前記基板の表面に設けられ、前記光ファイバを収容する光ファイバ収容溝と、を備えた光モジュールにおいて、前記ミラーの幅を前記光ファイバ収容溝の幅よりも大きく形成し、前記光ファイバ収容溝の前記ミラー側の端部の周縁部に、当該周縁部と対向する前記ミラーから入射された光を反射して、再びその対向する前記ミラーに戻す反射部を形成した光モジュールである。

【0009】

前記ミラーの両側の前記反射部と対向する部分の幅は、それぞれ50 μ m以上であると

10

20

30

40

50

よい。

【 0 0 1 0 】

前記ミラーの前記反射部側の端部と前記反射部との距離は、 $200\ \mu\text{m}$ 以下であるとよい。

【 0 0 1 1 】

前記光素子と前記基板間に前記基板の幅方向に延びるように設けられ、前記光素子と前記基板間の隙間を、前記基板の長さ方向に分割するように仕切るダム部材を備え、前記ダム部材の前記光ファイバ側の一侧に前記ミラーが形成され、前記ダム部材よりも前記光ファイバと反対側の前記隙間にアンダーフィル用樹脂が充填され、前記ダム部材よりも前記光ファイバ側の前記隙間に光ファイバ固定用樹脂が充填されてもよい。

10

【 0 0 1 2 】

また、本発明は、基板と、面発光素子または面受光素子からなり、その発光部または受光部を前記基板側にして前記基板の表面に実装される光素子と、前記基板の表面に対して平行に配置されると共に、前記基板の長さ方向に沿って配置される光ファイバと、前記光素子の発光部または受光部、および前記光ファイバの先端と対向するように設けられ、前記光素子と前記光ファイバとを光学的に接続するミラーと、前記基板の表面に設けられ、前記光ファイバを収容する光ファイバ収容溝と、を備えた光モジュールの製造方法において、前記ミラーの幅を前記光ファイバ収容溝の幅よりも大きく形成すると共に、前記光ファイバ収容溝の前記ミラー側の端部の周縁部に、当該周縁部と対向する前記ミラーから入射された光を反射して、再びその対向する前記ミラーに戻す反射部を形成し、前記基板の上方から前記ミラーに光を照射し、前記反射部での反射により明るくなった部分に挟まれた暗い部分を抽出することにより、前記ミラーの前記光ファイバ収容溝と対向する部分を抽出し、その前記ミラーの前記光ファイバ収容溝と対向する部分の上面視における中央部に前記発光部または受光部が位置するように位置合せをして、前記光素子を実装する光モジュールの製造方法である。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、光素子の実装作業を容易とし、製造が容易で低コストな光モジュール及びその製造方法を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 (a) は、本発明の一実施の形態に係る光モジュールを用いた光モジュール付きケーブルを示す平面図およびその要部拡大図であり、(b) はその 1 B 部拡大図、(c) は (b) の 1 C - 1 C 線断面図、(d) は (b) の 1 D - 1 D 線断面図である。

【 図 2 】 本発明において、光素子を基板に実装する手順を説明する図である。

【 図 3 】 図 2 の 2 視野カメラで得られる基板側の映像を示す図である。

【 図 4 】 (a) ~ (c) は、本発明の一実施の形態に係る光モジュールの製造方法を説明する図である。

【 図 5 】 (a) ~ (c) は、本発明の一実施の形態に係る光モジュールの製造方法を説明する図である。

40

【 図 6 】 本発明の他の実施の形態に係る光モジュールを示す図であり、(a) は要部拡大図、(b) はその 6 B - 6 B 線断面図、(c) はその 6 C - 6 C 線断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施の形態を添付図面にしたがって説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 (a) は、本実施の形態に係る光モジュールを用いた光モジュール付きケーブルを示す平面図およびその要部拡大図であり、図 1 (b) はその 1 B 部拡大図、図 1 (c) は図 1 (b) の 1 C - 1 C 線断面図、図 1 (d) は図 1 (b) の 1 D - 1 D 線断面図である。

50

【0017】

図1(a)に示すように、光モジュール付きケーブル100は、光ファイバ2の両端部に本発明の光モジュール1をそれぞれ設けたものである。光ファイバ2の一方の端部(図示左側)には、送信側の光モジュール1aが設けられ、他方の端部(図示右側)には、受信側の光モジュール1bが設けられている。

【0018】

光モジュール1(1a, 1b)は、基板3と、面発光素子または面受光素子からなり、その発光部または受光部を基板3側にして基板3の表面Sに実装される光素子4と、光素子4と電氣的に接続されたIC5と、を備えている。光ファイバ2は、基板3の表面Sに対して平行に配置されると共に、基板3の長さ方向(図示左右方向)に沿って配置される。基板3の長さLは、例えば5~15mmであり、基板3の幅Wは、例えば2~5mmである。また、光ファイバ2の長さL_Fは、例えば0.1~50mである。

10

【0019】

本実施の形態では、基板3として、ポリイミドからなるフィルム基板3aの表面Sと裏面Rにそれぞれ配線パターン11, 12を形成したフレキシブルプリント基板(FPC)を用いている(図1(c), (d)参照)。配線パターン11, 12としては、銅の表面にニッケルめっきや金めっき等の金属めっき層を形成したものをを用いるとよい。

【0020】

送信側の光モジュール1aでは、光素子4として、VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser)などの面発光素子を用い、IC5として、光素子4を駆動するドライバICを用いる。送信側の光モジュール1aの基板3の端部(図示左側の端部)には、複数の接続端子6aが整列して形成されている。

20

【0021】

送信側の光モジュール1aの基板3は、その接続端子6aを図示しない本体基板上に設けられたFPCコネクタに接続することにより、本体基板に実装されるようになっている。本体基板の端部にはカードエッジコネクタ等の入力コネクタが備えられており、その入力コネクタが、図示しない送信側の外部機器に接続されるようになっている。送信側の光モジュール1aでは、送信側の外部機器から入力コネクタ、本体基板、FPCコネクタ、接続端子6aを介して入力された電気信号を、光素子4にて光信号に変換し、光ファイバ2に出力する。

30

【0022】

他方、受信側の光モジュール1bでは、光素子4として、PD(Photo Diode)などの面受光素子を用い、IC5として、光素子4からの電気信号を増幅するアンプICを用いる。受信側の光モジュール1bの基板3の端部(図示右側の端部)には、複数の接続端子6bが整列して形成されている。

【0023】

受信側の光モジュール1bの基板3は、その接続端子6bを図示しない本体基板上に設けられたFPCコネクタに接続することにより、本体基板に実装されるようになっている。本体基板の端部にはカードエッジコネクタ等の出力コネクタが備えられており、その出力コネクタが、図示しない受信側の外部機器に接続されるようになっている。受信側の光モジュール1bでは、光ファイバ2から入力された光信号を、光素子4にて電気信号に変換し、接続端子6b、FPCコネクタ、本体基板、出力コネクタを介して、受信側の外部機器に出力する。

40

【0024】

以下、図1(b)~(d)を用いて、光素子4と光ファイバ2との接続部の構造について詳細に説明する。なお、図1(b)~(d)では送信側の光モジュール1aにおける光素子4と光ファイバ2との接続部を拡大して示しているが、受信側の光モジュール1bにおいても全く同じ構造である。また、図1(b)では、光素子4を破線で示し、光素子4を透視したときの平面図を示している。

50

【0025】

図1(b)~(d)に示すように、光モジュール1では、光素子4の発光部、および光ファイバ2の先端と対向するように設けられ、光素子4と光ファイバ2とを光学的に接続するミラー7と、基板3の表面Sに設けられ、光ファイバ2を収容する光ファイバ収容溝21と、光素子4と基板3間に充填される共に硬化され、光素子4の基板3に対する接続強度を補強するアンダーフィル用樹脂8と、光ファイバ2を基板3に固定するために用いる光ファイバ固定用樹脂9と、を備えている。

【0026】

光素子4は、パンプ14を用いて配線パターン11にフリップチップ実装される。図示していないが、光素子4は、その下面視における四隅に電極を有し、各電極に対応するようにパンプ14が設けられている。光ファイバ2は、その先端部の被覆が除去され、裸線の状態で基板3の光ファイバ収容溝21に収容される。

10

【0027】

本実施の形態に係る光モジュール1では、光素子4と基板3間に基板3の幅方向(図1(b)における上下方向)に延びるように設けられ、光素子4と基板3間の隙間13を、基板3の長さ方向(図1(b)における左右方向)に分割するように仕切るダム部材10を備えており、そのダム部材10の光ファイバ2側の一侧にミラー7を形成している。

【0028】

ダム部材10は、アンダーフィル用樹脂8が充填される領域と光ファイバ固定用樹脂9が充填される領域とを区画するためのものであり、ダム部材10よりも光ファイバ2と反対側(図示左側)の隙間13にはアンダーフィル用樹脂8が充填され、ダム部材10よりも光ファイバ2側(図示右側)の隙間13には光ファイバ固定用樹脂9が充填される。

20

【0029】

本実施の形態では、ダム部材10として、基板3の表面Sに形成された配線パターン11を用い、ダム部材10である配線パターン10の一侧を基板3の表面Sに対して45度傾斜するように加工(例えば、ダイシング等の機械加工)を行うことにより、ミラー7を形成している。

【0030】

光素子4とフィルム基板3a間に光ファイバ2を挿入可能とするため、光素子4とフィルム基板3a間の距離、すなわち、配線パターン11の厚さとパンプ14の厚さとを足し合わせた厚さは、光ファイバ2の先端部の外径(つまりクラッド径)以上となるようにする必要がある。例えば、クラッド径80 μm の光ファイバ2を用いる場合、配線パターン11としては、銅層の厚さが70 μm 程度のものを用いればよい。フィルム基板3aの厚さは、例えば25 μm である。

30

【0031】

なお、本実施の形態では、配線パターン11を厚く形成したため、この厚く形成した配線パターン11を利用して光ファイバ収容溝21を形成している。具体的には、光素子4のパンプ14が接続される図示右側の2つの配線パターン11を、長さ方向に平行に延びるように形成し、その配線パターン11間の隙間に光ファイバ2の先端部を収容するように構成し、2つの配線パターン11間の隙間を、光ファイバ2を収容する光ファイバ収容溝21とした。光ファイバ収容溝21の幅(2つの配線パターン11の間隔)は、光ファイバ2の先端部の外径(クラッド径)とほぼ等しくなるようにされる。

40

【0032】

本実施の形態では、光素子4のパンプ14が接続される図示左側の2つの配線パターン11についても、長さ方向に平行に延びるように形成し、その配線パターン11間の隙間にアンダーフィル用樹脂8を充填するようにした。ここでは、図1(b)における左上の配線パターン11をダム部材10に接続した場合を示しているが、左上の配線パターン11はダム部材10に接続しなくともよい。

【0033】

また、本実施の形態では、光素子4の長さ方向の両側からダム部材10に向かうように

50

樹脂 8, 9 を充填するようにした。このとき、例えば、図 1 (b) における左下の配線パターン 1 1 がダム部材 1 0 に接続されていると、充填時にアンダーフィル用樹脂 8 の逃げ場がなくなり、光素子 4 とダム部材 1 0 間の僅かな隙間を通過してダム部材 1 0 の反対側にアンダーフィル用樹脂 8 が溢れてしまうおそれが生じる。このような事態を避けるため、配線パターン 1 1 のダム部材 1 0 の近傍には、充填時に不要な樹脂 8, 9 を幅方向に逃がすための排出口 1 5 を形成しておく必要がある。

【 0 0 3 4 】

ダム部材 1 0 の光ファイバ 2 側の端部よりも光ファイバ 2 と反対側の光素子 4 の長さ A は、光素子 4 の素子長 L_D の $1/3$ 以上であることが望ましい。これは、長さ A が光素子 4 の素子長 L_D の $1/3$ 未満となると、アンダーフィル用樹脂 8 により固定される領域が

10

【 0 0 3 5 】

また、ダム部材 1 0 の幅は、光素子 4 の幅以上であることが望ましい。これは、ダム部材 1 0 の幅が光素子 4 の幅未満であると、アンダーフィル用樹脂 8 や光ファイバ固定用樹脂 9 の充填時に、当該樹脂 8, 9 がダム部材 1 0 を回り込んでその反対側の領域に侵入してしまう場合があるためである。

【 0 0 3 6 】

アンダーフィル用樹脂 8 と光ファイバ固定用樹脂 9 としては、同じ樹脂を用いてもよいし、異なる樹脂を用いてもよい。なお、アンダーフィル用樹脂 8 は光素子 4 を基板 3 に対して強固に固定するためのものであるから、硬化後の硬度が比較的高いものを用いることが望ましい。これに対して、光ファイバ固定用樹脂 9 は光ファイバ 2 の先端部を基板 3 に固定するものであるが、光ファイバ 2 の先端部は配線パターン 1 1 間の隙間に收容されているため、アンダーフィル用樹脂 8 ほどの高い硬度は要求されない。また、光ファイバ固定用樹脂 9 は、光ファイバ 2 と基板 3 間の線膨張の差を吸収する役割を果たすため、光モジュール 1 の長期信頼性を保つ観点からは、硬化後の硬度が比較的低いものを用いることが望ましい。よって、光素子 4 の基板 3 に対する接続強度を十分に確保し、かつ、光モジュール 1 の長期信頼性を保つために、アンダーフィル用樹脂 8 と光ファイバ固定用樹脂 9 として異なる樹脂を用い、光ファイバ固定用樹脂 9 として、アンダーフィル用樹脂 8 よりもやわらかい（硬化後の硬度が低い）ものを用いることが望ましい。

20

30

【 0 0 3 7 】

さて、本実施の形態に係る光モジュール 1 では、ミラー 7 の幅（図 1 (b) における上下方向の長さ）を光ファイバ收容溝 2 1 の幅よりも大きく形成し、光ファイバ收容溝 2 1 のミラー 7 側の端部の周縁部に、当該周縁部と対向するミラー 7 から入射された光を反射して、再びその対向するミラー 7 に戻す反射部 2 2 を形成している。

【 0 0 3 8 】

ここでは、光ファイバ收容溝 2 1 を 2 つの配線パターン 1 1 で形成しているため、両配線パターン 1 1 のミラー 7 側の端面を反射部 2 2 として用いる。ただし、これに限らず、光ファイバ收容溝 2 1 のミラー 7 側の端部の周縁部に別途金属膜等を設けることで、反射部 2 2 を形成するようにしてもよい。反射部 2 2 は、基板 3 の表面 S に対して略垂直に形成される。

40

【 0 0 3 9 】

図 2 に示すように、光素子 4 を実装する際には、基板 3 の上方に光素子 4 を配置すると共に、基板 3 と光素子 4 の間に 2 視野カメラ 3 1 を挿入し、その 2 視野カメラ 3 1 で上下の映像を確認しつつ光素子 4 の位置合わせを行い、光素子 4 の位置合わせを行った後、2 視野カメラ 3 1 を基板 3 と光素子 4 の間から取り出し、光素子 4 を下方に移動させてフリップチップ実装を行う。

【 0 0 4 0 】

このとき、ミラー 7 の幅を光ファイバ收容溝 2 1 の幅よりも大きく形成し、かつ、光ファイバ收容溝 2 1 のミラー 7 側の端部の周縁部に反射部 2 2 を形成しておけば、2 視野力

50

メラ31の撮像用の光の一部が基板3の上方からミラー7に入射し、ミラー7で反射した光の一部が反射部22で反射されて再びミラー7に入射され、ミラー7で反射されて基板3の上方に出射されることになる。

【0041】

その結果、図3に示すように、2視野カメラ31で得られる基板3側の映像は、ミラー7の反射部22と対向する部分のみが明るくなった映像となる。この反射部22での反射により明るくなった部分に挟まれた暗い部分が、ミラー7の光ファイバ収容溝21と対向する部分ということになる。なお、ミラー7が光ファイバ収容溝21と対向する位置のみしか設けられていない場合、ミラー7全体が暗くなるので、ミラー7の光ファイバ収容溝21と対向する部分を視認できなくなる。

10

【0042】

光素子4と光結合される光ファイバ2のコアは光ファイバ収容溝21の中心に位置するので、光素子4の発光部または受光部が、ミラー7の光ファイバ収容溝21と対向する部分(暗い部分)の上面視における中央部(長さ方向および幅方向の中心)に位置するように位置合せをして光素子4を実装すればよいことになる。なお、2視野カメラ31としては、取得した映像の暗い部分を認識し、その暗い部分の中央部を自動的に抽出する機能を有するものもあるので、そのような機能を有する2視野カメラ31を用いれば、さらに容易に光素子4の位置合わせを行うことができる。

【0043】

ミラー7の両側の反射部22と対向する部分の幅は、それぞれ50 μ m以上であることが望ましい。つまり、ミラー7の幅は、光ファイバ収容溝21の幅+50 μ m \times 2以上であることが望ましい。これは、ミラー7の両側の反射部22と対向する部分の幅が50 μ m未満であると、反射部22で反射された光を視認することが困難となり、ミラー7の光ファイバ収容溝21と対向する部分が認識できず、光素子4の位置合わせが困難となるためである。

20

【0044】

本実施の形態では、ダム部材10の一侧にミラー7を形成しており、また、上述のようにダム部材10の幅は、光素子4の幅以上であることが望ましいので、ダム部材10およびミラー7の幅は、光素子4の幅以上で、かつ、光ファイバ収容溝21の幅+50 μ m \times 2以上であることが望ましい。

30

【0045】

また、ミラー7の反射部22側の端部と反射部22との距離 L_R は、200 μ m以下であることが望ましい。これは、ミラー7の反射部22側の端部と反射部22との距離 L_R が200 μ mを超えて大きくなると、2視野カメラ31で得られる基板3側の映像において、反射部22での反射による明るい部分がぼやけ、ミラー7の光ファイバ収容溝21と対向する部分との境界が曖昧になってしまい、光素子4の実装精度が低下してしまうためである。

【0046】

次に、本実施の形態に係る光モジュールの製造方法について説明する。

【0047】

本実施の形態に係る光モジュールの製造方法では、まず、フィルム基板3aの表裏面に所望の配線パターン11, 12を形成した基板3を作製し、ダム部材10となる配線パターン11にダイシング等の加工を施してミラー7を形成する。

40

【0048】

その後、図4(a)に示すように、光素子4を配線パターン11にフリップチップ実装する。このとき、図2, 3に示したように、基板2の上方から2視野カメラ31によりミラー7に光を照射し、反射部22での反射により明るくなった部分に挟まれた暗い部分を抽出することにより、ミラー7の光ファイバ収容溝21と対向する部分を抽出し、そのミラー7の光ファイバ収容溝21と対向する部分の上面視における中央部に発光部または受光部が位置するように、2視野カメラ31の映像を見ながら光素子4の位置合せをして、

50

光素子 4 を実装する。その後、図 4 (b) に示すように、ダム部材 1 0 の図示左側の領域にアンダーフィル用樹脂 8 を充填し、硬化させる。

【 0 0 4 9 】

アンダーフィル用樹脂 8 を硬化させた後、図 4 (c) に示すように、図示右側の 2 つの配線パターン 1 1 間の隙間に光ファイバ 2 の先端部を収容し、ダム部材 1 0 の図示右側の領域に光ファイバ固定用樹脂 9 を充填し、硬化させる。

【 0 0 5 0 】

その後、基板 3 に IC 5 を実装し、基板 3 を F P C コネクタを介して別途作製した本体基板に実装すれば、本発明の光モジュール 1 が得られる。さらに、光ファイバ 2 の両端に送信側の光モジュール 1 a と受信側の光モジュール 1 b をそれぞれ設けると、図 1 (a) の光モジュール付きケーブル 1 0 0 が得られる。

10

【 0 0 5 1 】

なお、ここでは光素子 4 の実装を先に行う場合を説明したが、光ファイバ 2 の実装を先に行うことも可能である。

【 0 0 5 2 】

この場合、まず、図 5 (a) に示すように、図示右側の 2 つの配線パターン 1 1 間の隙間に光ファイバ 2 の先端部を収容し、ダム部材 1 0 の図示右側の領域に光ファイバ固定用樹脂 9 を充填し、硬化させる。その後、図 5 (b) に示すように、光素子 4 を配線パターン 1 1 にフリップチップ実装し、図 5 (c) に示すように、ダム部材 1 0 の図示左側の領域にアンダーフィル用樹脂 8 を充填し、硬化させると、本発明の光モジュール 1 が得られる。

20

【 0 0 5 3 】

なお、光ファイバ 2 の実装を先に行う場合、光素子 4 の実装前に光ファイバ固定用樹脂 9 を硬化させるため、光ファイバ固定用樹脂 9 は光素子 4 の固定には寄与しない。これに対して、光素子 4 の実装を先に行う場合は、光ファイバ固定用樹脂 9 が光素子 4 を基板 3 に固定するアンダーフィルの役割も兼ねることになるので、光素子 4 の基板 3 に対する接続強度をより高めることができる。

【 0 0 5 4 】

以上説明したように、本実施の形態では、ミラー 7 の幅を光ファイバ収容溝 2 1 の幅よりも大きく形成し、光ファイバ収容溝 2 1 のミラー 7 側の端部の周縁部に、当該周縁部と対向するミラー 7 から入射された光を反射して、再びその対向するミラー 7 に戻す反射部 2 2 を形成している。

30

【 0 0 5 5 】

このように構成することで、従来のようなアクティブな実装を行わずとも、光素子 4 の実装時に光素子 4 の実装位置を視認できるようになり、光素子 4 の実装作業を容易とし、製造が容易で低コストな光モジュール 1 を実現できる。

【 0 0 5 6 】

また、本実施の形態では、ミラー 7 の両側の反射部 2 2 と対向する部分の幅を、それぞれ $50 \mu\text{m}$ 以上としているため、光素子 4 の実装時に、反射部 2 2 での反射により明るくなる部分を確実に視認でき、その明るい部分に挟まれた暗い部分、すなわちミラー 7 の光ファイバ収容溝 2 1 と対向する部分を確実に視認することができる。

40

【 0 0 5 7 】

さらに、本実施の形態では、ミラー 7 の反射部 2 2 側の端部と反射部 2 2 との距離を $200 \mu\text{m}$ 以下としているため、反射部 2 2 での反射により明るくなる部分がぼやけることなく、ミラー 7 の光ファイバ収容溝 2 1 と対向する部分を視認し易くすることができる。

【 0 0 5 8 】

さらにまた、本実施の形態では、光素子 4 と基板 3 間に基板 3 の幅方向に延びるように設けられ、光素子 4 と基板 3 間の隙間 1 3 を基板 3 の長さ方向に分割するように仕切るダム部材 1 0 を備え、ダム部材 1 0 の光ファイバ 2 側の一侧にミラー 7 を形成し、ダム部材

50

10 よりも光ファイバ2と反対側の隙間13にアンダーフィル用樹脂8を充填し、ダム部材10よりも光ファイバ2側の隙間13に光ファイバ固定用樹脂9を充填している。

【0059】

このように構成することで、製造中に光素子4が基板3から外れてしまったり、あるいは光素子4の基板3に対する接続強度が不十分となることがなく、光素子4と光ファイバ2の実装作業を容易に行うことが可能になり、光素子4の基板3に対する接続強度を十分に確保しつつも、製造が容易な光モジュール1を実現できる。

【0060】

また、光モジュール1では、光素子4と光ファイバ2とをミラー7を介して直接光学的に接続する構成であるため、光導波路やレンズが不要であり、低コストである。

10

【0061】

また、本実施の形態では、ダム部材10の光ファイバ2側の端部よりも光ファイバ2と反対側の光素子4の長さAを、光素子4の素子長 L_D の1/3以上としているため、アンダーフィル用樹脂8を充填する領域を十分に確保でき、光ファイバ固定用樹脂9にやわらかい樹脂を用いた場合であっても、光素子4の基板3に対する接続強度を十分に確保することが可能になる。

【0062】

さらに、ダム部材10の幅を光素子4の幅以上とすることにより、充填時に樹脂8,9がダム部材10の反対側の領域に侵入してしまうことを防止でき、製造をより容易に行うことが可能になる。

20

【0063】

なお、ダム部材10とミラー7を別体に形成することも考えられるが、この場合、構造が複雑となり、製造に手間がかかるという問題が生じる。ダム部材10とミラー7を一体に形成することにより、構造を簡単にし、製造を容易にすることが可能であり、さらには小型化も可能になるというメリットがある。

【0064】

次に、本発明の他の実施の形態を説明する。

【0065】

図6(a)~(c)に示す光モジュール41は、図1の光モジュール1において、フィルム基板3aの一部をダム部材10として用いるようにしたものである。

30

【0066】

光モジュール41では、基板3として、フィルム基板3aを比較的厚く形成し、そのフィルム基板3aの表面S側に比較的薄い配線パターン11を形成したものをを用いる。例えば、光ファイバ2としてクラッド径80 μ mのものを用いる場合、基板3としては、フィルム基板3aの厚さが70 μ m程度、配線パターン11の厚さが10 μ m程度のものをを用いるとよい。

【0067】

光モジュール41では、フィルム基板3aに、光ファイバ2を収容し光ファイバ固定用樹脂9を充填するためのファイバ収容溝42を形成すると共に、アンダーフィル用樹脂8を充填するためのアンダーフィル用溝43を形成し、ファイバ収容溝42とアンダーフィル用溝43を隔てるフィルム基板3aの一部(両溝42,43を隔てる隔壁の部分)をダム部材10として用いる。

40

【0068】

ファイバ収容溝42は、図6(a)における右側の2つの配線パターン11の間に形成され、アンダーフィル用溝43は、図6(a)における左側の2つの配線パターン11の間に形成される。各溝42,43のダム部材10側の端部には、充填時に不要な樹脂8,9を幅方向に逃がすための排出口15が形成されている。

【0069】

また、光モジュール41では、ダム部材10(フィルム基板3aの一部)の一侧(つまりファイバ収容溝42側の側壁)をフィルム基板3aの表面に対して傾斜するように加工

50

し、当該傾斜部にめっき等により金属膜 4 4 を形成することで、ミラー 7 を形成している。

【 0 0 7 0 】

さらに、光モジュール 4 1 では、光ファイバ収容溝 4 2 のミラー 7 側の端部の周縁部、すなわちミラー 7 と対向する部分のフィルム基板 3 a にも金属膜 4 5 を形成することで、反射部 2 2 を形成している。金属膜 4 4 , 4 5 としては、例えば銅からなるものを用いるとよい。

【 0 0 7 1 】

光モジュール 4 1 によれば、上述の光モジュール 1 と同様の作用効果を得ることができると共に、さらなる薄型化が可能となる。

10

【 0 0 7 2 】

本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加え得ることは勿論である。

【 0 0 7 3 】

例えば、上記実施の形態では、光素子 4 を 1 つのみ備える場合（つまり 1 チャンネルの場合）を説明したが、複数の光素子をアレイ状に配列したアレイ状光素子を用い、多チャンネル化することも可能である。この場合、光ファイバ 2 に代えて、複数の光ファイバを配列した光ファイバアレイを用いることになる。

【 0 0 7 4 】

また、上記実施の形態では、ダム部材 1 0 として、配線パターン 1 1 やフィルム基板 3 a を用いたが、これに限らず、基板 3 とは別体にダム部材 1 0 を形成し、そのダム部材 1 0 を基板 3 に取り付けるよう構成することも可能である。

20

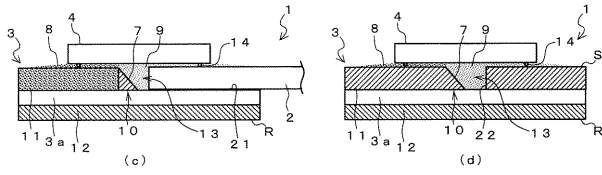
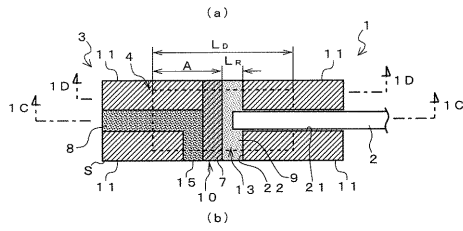
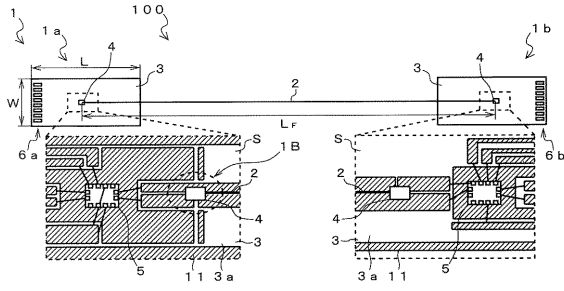
【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

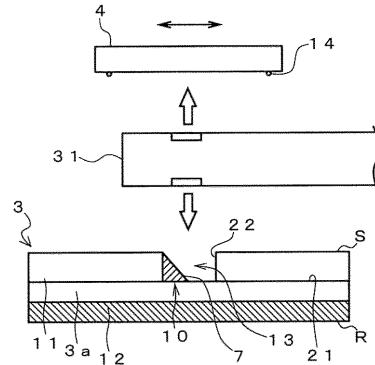
- 1 光モジュール
- 2 光ファイバ
- 3 基板
- 4 光素子
- 7 ミラー
- 8 アンダーフィル用樹脂
- 9 光ファイバ固定用樹脂
- 1 0 ダム部材
- 1 3 隙間
- 2 1 光ファイバ収容溝
- 2 2 反射部

30

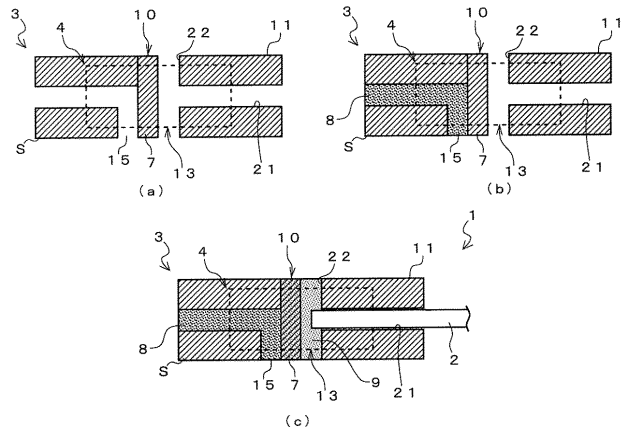
【図 1】



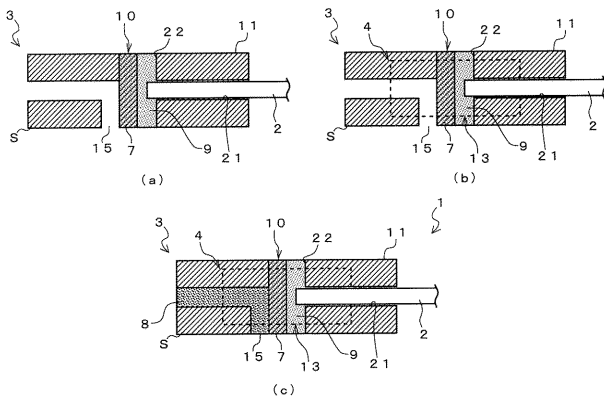
【図 2】



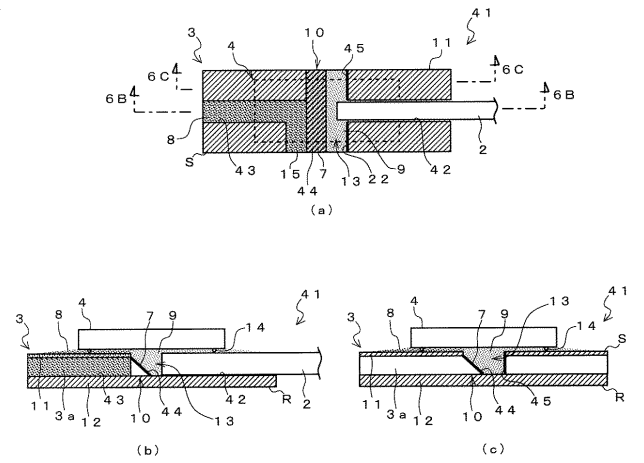
【図 4】



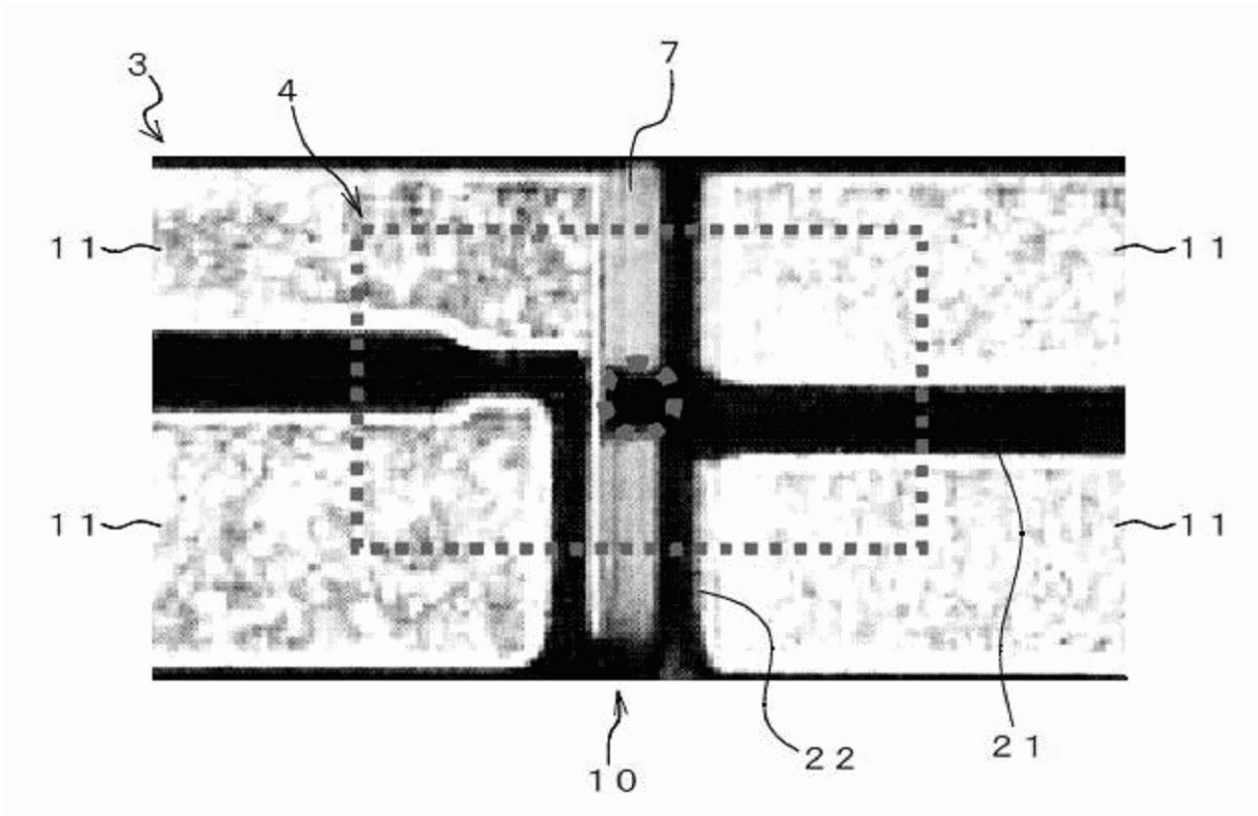
【図 5】



【図 6】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 柳 主鉉

東京都千代田区外神田四丁目1番1号 日立電線株式会社内

Fターム(参考) 2H137 AB05 AB06 AC04 BA15 BB03 BB13 BB25 BB33 BC51 CA12A
CC01