

(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2013-152287
(P2013-152287A)

(43) 公開日 平成25年8月8日(2013.8.8)

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

F 1
G02B 6/42

テーマコード (参考)
2H137

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-12203 (P2012-12203)
(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

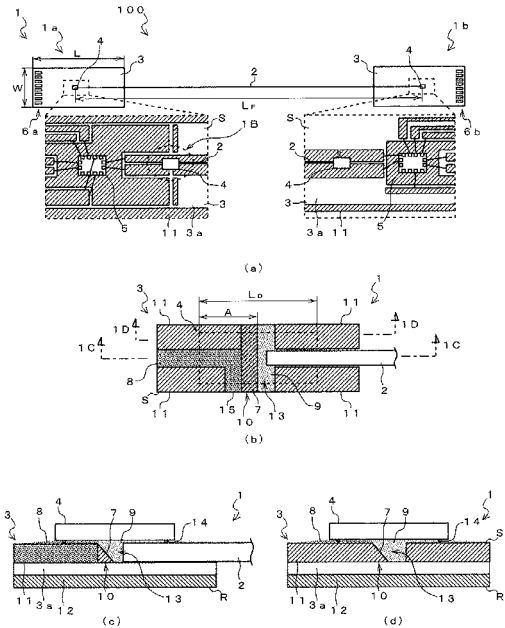
(54) 【発明の名称】 光モジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光素子の基板に対する接続強度を十分に確保でき、低コストでかつ製造の容易な光モジュール及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 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13を、基板3の長さ方向に分割するように仕切るダム部材10を備え、ダム部材10の光ファイバ2側の一侧にミラー7が形成され、ダム部材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が充填され、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が充填されたものである。

【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、

前記光素子と前記基板間に充填される共に硬化され、前記光素子の前記基板に対する接続強度を補強するアンダーフィル用樹脂と、

を備えた光モジュールにおいて、

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前記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

ことを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】

前記ダム部材の前記光ファイバ側の端部よりも前記光ファイバと反対側の前記光素子の長さが、前記光素子の素子長の $1/3$ 以上である

請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 3】

前記ダム部材の幅が、前記光素子の幅以上である

請求項 1 または 2 記載の光モジュール。

【請求項 4】

前記ダム部材は、前記基板の表面に形成された配線パターンからなり、

前記ミラーは、前記ダム部材である前記配線パターンの一侧を前記基板の表面に対して傾斜するように加工して形成される

請求項 1 ~ 3 いずれかに記載の光モジュール。

【請求項 5】

前記基板は、フィルム基板の表裏面に配線パターンを形成してなり、

前記フィルム基板に、前記光ファイバを収容し前記光ファイバ固定用樹脂を充填するためのファイバ収容溝を形成すると共に、前記アンダーフィル用樹脂を充填するためのアンダーフィル用溝を形成し、

前記ダム部材は、前記ファイバ収容溝と前記アンダーフィル用溝を隔てる前記フィルム基板の一部からなり、

前記ミラーは、前記ダム部材である前記フィルム基板の一部の一侧を前記フィルム基板の表面に対して傾斜するように加工し、当該傾斜部に金属膜を形成してなる

請求項 1 ~ 3 いずれかに記載の光モジュール。

【請求項 6】

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、

前記光素子と前記基板間に充填される共に硬化され、前記光素子の前記基板に対する接

10

20

30

40

50

続強度を補強するアンダーフィル用樹脂と、
 を備えた光モジュールの製造方法において、
 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、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設け、
 前記ダム部材の前記光ファイバ側の一侧に前記ミラーを形成し、
 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前記アンダーフィル用樹脂を
 充填すると共に、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
 脂を充填する
 ことを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項 7】

前記基板に前記光素子を実装した後、
 前記ダム部材の前記光ファイバと反対側の前記隙間に前記アンダーフィル用樹脂を充填
 してこれを硬化させ、
 その後、前記光ファイバを前記基板上に配置し、前記ダム部材よりも前記光ファイバ側
 の前記隙間に前記光ファイバ固定用樹脂を充填してこれを硬化させる
 請求項 6 記載の光モジュールの製造方法。

【請求項 8】

前記光ファイバを前記基板上に配置し、前記ダム部材よりも前記光ファイバ側に前記光
 ファイバ固定用樹脂を充填してこれを硬化させた後、
 前記基板に前記光素子を実装し、
 その後、前記ダム部材の前記光ファイバと反対側の前記隙間に前記アンダーフィル用樹
 脂を充填してこれを硬化させる
 請求項 6 記載の光モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【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 9
 0 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 4 5 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 2 0 1 0 - 1 0 2 5 4 号公報
- 【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 1 2 2 7 2 1 号公報
- 【特許文献 3】特開 2 0 0 9 - 1 4 5 8 1 7 号公報
- 【特許文献 4】特開 2 0 0 6 - 2 9 2 8 5 2 号公報
- 【特許文献 5】特開 2 0 0 3 - 1 4 9 4 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

しかしながら、上述の従来の光モジュールでは、光導波路を用いるためコストが高くなってしまふという問題がある。

【0006】

本発明者らは、光導波路やレンズを用いず、光素子と光ファイバとをミラーを介して直接光結合した簡単な構造の光モジュールについて検討した。

【0007】

このような光モジュールでは、光素子の発光部または受光部と光ファイバの先端との距離をなるべく短くして光損失を抑制する必要がある。そのため、光ファイバの先端を光素子の下方（光素子と基板との間）に挿入して、光ファイバの先端をなるべくミラーに近づけることが望ましい。

10

【0008】

しかし、このような構造とすると、光素子や光ファイバの実装が困難となり、製造が困難となってしまうという問題が生じる。

【0009】

例えば、光素子を基板に実装（フリップチップ実装）した後に光ファイバを実装する場合、光素子がフリップチップ実装用のパンプのみで基板に固定されている状態で、光素子と基板との間に光ファイバを挿入し固定しなければならず、光ファイバ実装時に光ファイバが光素子に干渉するなどして、光素子が基板から外れてしまうおそれがある。なお、光素子を基板に実装した後に、光素子と基板との間にアンダーフィル用樹脂を充填して硬化させれば、光素子の基板に対する接続強度を補強し、光素子が基板から外れてしまうことを防止可能である。しかし、この場合、アンダーフィル用の樹脂が光ファイバを実装する位置まで流れ込んでしまい、光ファイバの実装自体が困難となってしまう。

20

【0010】

また、先に光ファイバを実装する場合も考えられるが、この場合、基板に光ファイバを固定するために、光素子の実装前に、光ファイバの周囲に光ファイバ固定用樹脂を充填・硬化させる必要が生じる。そのため、光素子を実装した後に光素子と基板との間にアンダーフィル用樹脂を十分に充填できなくなり、光素子の基板に対する接続強度を十分に確保できなくなってしまう。

【0011】

本発明は上記事情に鑑み為されたものであり、光素子の基板に対する接続強度を十分に確保でき、低コストでかつ製造の容易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。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

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、前記光素子と前記基板間に充填される共に硬化され、前記光素子の前記基板に対する接続強度を補強するアンダーフィル用樹脂と、を備えた光モジュールにおいて、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前記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光モジュールである。

40

【0013】

前記ダム部材の前記光ファイバ側の端部よりも前記光ファイバと反対側の前記光素子の長さが、前記光素子の素子長の1/3以上であるとよい。

【0014】

50

前記ダム部材の幅が、前記光素子の幅以上であるとよい。

【0015】

前記ダム部材は、前記基板の表面に形成された配線パターンからなり、前記ミラーは、前記ダム部材である前記配線パターンの一側を前記基板の表面に対して傾斜するように加工して形成されてもよい。

【0016】

前記基板は、フィルム基板の表裏面に配線パターンを形成してなり、前記フィルム基板に、前記光ファイバを収容し前記光ファイバ固定用樹脂を充填するためのファイバ収容溝を形成すると共に、前記アンダーフィル用樹脂を充填するためのアンダーフィル用溝を形成し、前記ダム部材は、前記ファイバ収容溝と前記アンダーフィル用溝を隔てる前記フィルム基板の一部からなり、前記ミラーは、前記ダム部材である前記フィルム基板の一部の一側を前記フィルム基板の表面に対して傾斜するように加工し、当該傾斜部に金属膜を形成してなってもよい。

10

【0017】

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、前記光素子と前記基板間に充填される共に硬化され、前記光素子の前記基板に対する接続強度を補強するアンダーフィル用樹脂と、を備えた光モジュールの製造方法において、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、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設け、前記ダム部材の前記光ファイバ側の一側に前記ミラーを形成し、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前記アンダーフィル用樹脂を充填すると共に、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を充填する光モジュールの製造方法である。

20

【0018】

前記基板に前記光素子を実装した後、前記ダム部材の前記光ファイバと反対側の前記隙間に前記アンダーフィル用樹脂を充填してこれを硬化させ、その後、前記光ファイバを前記基板上に配置し、前記ダム部材よりも前記光ファイバ側の前記隙間に前記光ファイバ固定用樹脂を充填してこれを硬化させてもよい。

30

【0019】

前記光ファイバを前記基板上に配置し、前記ダム部材よりも前記光ファイバ側に前記光ファイバ固定用樹脂を充填してこれを硬化させた後、前記基板に前記光素子を実装し、その後、前記ダム部材の前記光ファイバと反対側の前記隙間に前記アンダーフィル用樹脂を充填してこれを硬化させてもよい。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、光素子の基板に対する接続強度を十分に確保でき、低コストでかつ製造の容易な光モジュール及びその製造方法を提供できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【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1B部拡大図、(c)は(b)の1C-1C線断面図、(d)は(b)の1D-1D線断面図である。

【図2】(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3】(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4】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

50

図、(b)はその4B-4B線断面図、(c)はその4C-4C線断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

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。

【0023】

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1B部拡大図、図1(c)は図1(b)の1C-1C線断面図、図1(d)は図1(b)の1D-1D線断面図である。

【0024】

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。

【0025】

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。

【0026】

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。

【0027】

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。

【0028】

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。

【0029】

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。

【0030】

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

10

20

30

40

50

モジュール 1 b 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 6 b、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。

【0031】

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 1 a 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 1 b 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。

【0032】

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、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。

【0033】

光素子 4 は、パンプ 1 4 を用いて配線パターン 1 1 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 1 4 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 の表面 S に実装される。

【0034】

さて、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 1 3 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 1 0 を備えており、そのダム部材 1 0 の光ファイバ 2 側の一侧にミラー 7 を形成している。

【0035】

ダム部材 1 0 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 1 0 よりも光ファイバ 2 と反対側 (図示左側) の隙間 1 3 にはアンダーフィル用樹脂 8 が充填され、ダム部材 1 0 よりも光ファイバ 2 側 (図示右側) の隙間 1 3 には光ファイバ固定用樹脂 9 が充填される。

【0036】

本実施の形態では、ダム部材 1 0 として、基板 3 の表面 S に形成された配線パターン 1 1 を用い、ダム部材 1 0 である配線パターン 1 1 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。

【0037】

光素子 4 とフィルム基板 3 a 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 3 a 間の距離、すなわち、配線パターン 1 1 の厚さとパンプ 1 4 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 1 1 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 3 a の厚さは、例えば 25 μm である。

【0038】

なお、本実施の形態では、配線パターン 1 1 を厚く形成したため、この厚く形成した配線パターン 1 1 を利用して、光ファイバ 2 の先端部の位置決めを行うように構成している。具体的には、光素子 4 のパンプ 1 4 が接続される図示右側の 2 つの配線パターン 1 1 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 1 1 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 1 1 間の隙間が、光ファイバ 2 を収容する光ファイバ収容溝の役割を果たすようにした。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

本実施の形態では、光素子 4 のパンプ 1 4 が接続される図示左側の 2 つの配線パターン 1 1 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 1 1 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 1 1 をダム部材 1 0 に接続した場合を示しているが、左上の配線パターン 1 1 はダム部材 1 0 に接続しなくともよい。

【 0 0 4 0 】

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 1 0 に向かうように樹脂 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。

10

【 0 0 4 1 】

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少なくなり、光素子 4 の基板 3 に対する接続強度が十分に確保できなくなる場合があるためである。

20

【 0 0 4 2 】

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 4 3 】

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。

30

【 0 0 4 4 】

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。

40

【 0 0 4 5 】

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 3 a の表裏面に所望の配線パターン 1 1 , 1 2 を形成した基板 3 を作製し、ダム部材 1 0 となる配線パターン 1 1 にダイシング等の加工を施してミラー 7 を形成する。

【 0 0 4 6 】

その後、図 2 (a) 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 2 (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 7 】

アンダーフィル用樹脂 8 を硬化させた後、図 2 (c) に示すように、図示右側の 2 つの

50

配線パターン 11 間の隙間に光ファイバ 2 の先端部を収容し、ダム部材 10 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。

【0048】

その後、基板 3 に IC 5 を実装し、基板 3 を FPC 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 1a と受信側の光モジュール 1b 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 100 が得られる。

【0049】

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。

【0050】

この場合、まず、図 3 (a) に示すように、図示右側の 2 つの配線パターン 11 間の隙間に光ファイバ 2 の先端部を収容し、ダム部材 10 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 3 (b) 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し、図 3 (c) に示すように、ダム部材 10 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。

【0051】

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。

【0052】

以上説明したように、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 13 を基板 3 の長さ方向に分割するように仕切るダム部材 10 を備え、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、ダム部材 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。

【0053】

このように構成することで、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。

【0054】

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。

【0055】

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。

【0056】

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。

【0057】

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

10

20

30

40

50

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。

【0058】

次に、本発明の他の実施の形態を説明する。

【0059】

図4(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。

【0060】

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。

10

【0061】

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。

【0062】

ファイバ収容溝42は、図4(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4(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。

20

【0063】

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し、当該傾斜部にめっき等により金属膜44を形成することで、ミラー7を形成している。金属膜44としては、例えば銅からなるものをを用いるとよい。

【0064】

光モジュール41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。

30

【0065】

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。

【0066】

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。

40

【0067】

また、上記実施の形態では、ダム部材10として、配線パターン11やフィルム基板3aを用いたが、これに限らず、基板3とは別体にダム部材10を形成し、そのダム部材10を基板3に取り付けるよう構成することも可能である。

【符号の説明】

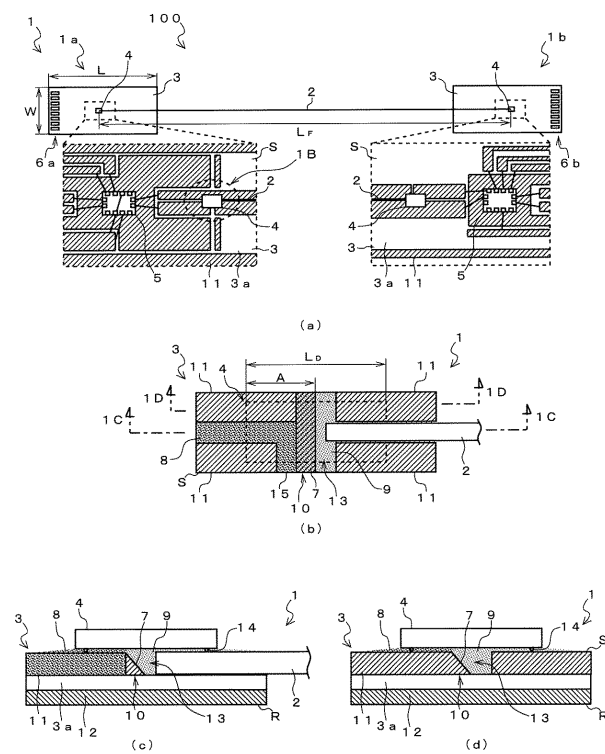
【0068】

- 1 光モジュール
- 2 光ファイバ
- 3 基板
- 4 光素子

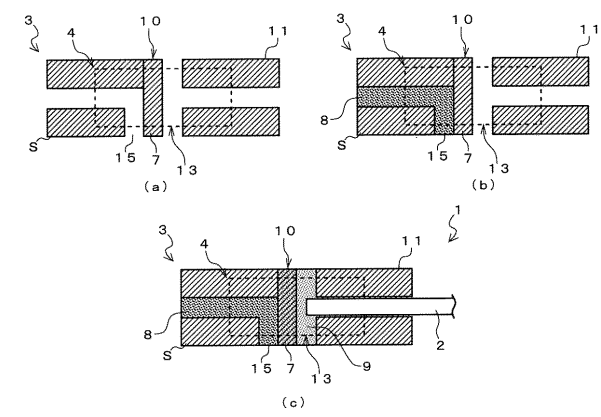
50

- 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
- 10 ダム部材
- 13 隙間

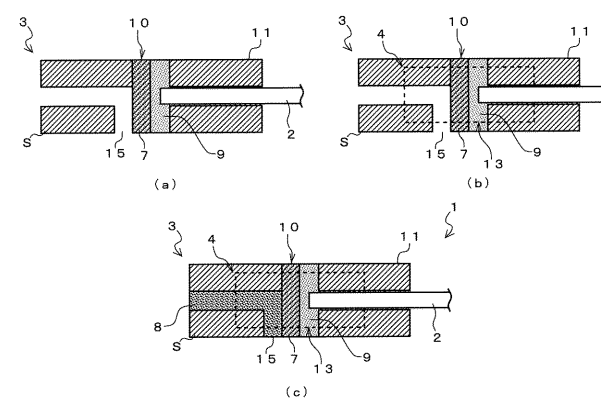
【図1】



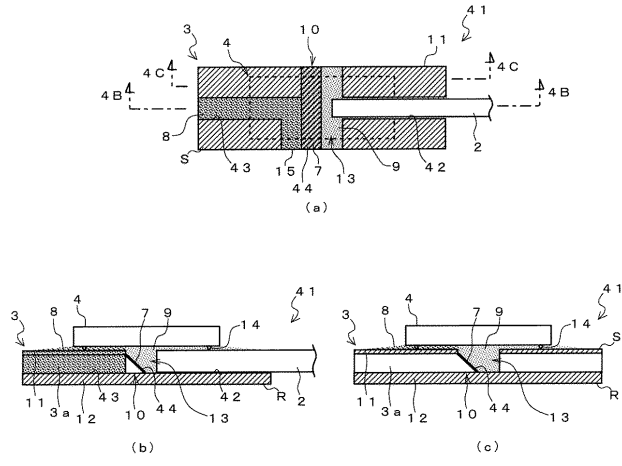
【図2】



【図3】



【 図 4 】



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1-4番1号 日立電線株式会社内

Fターム(参考) 2H137 AA01 AB05 AB06 AC04 BA02 BB03 BB13 BB25 BB33 BC51
CA12A CC01 CC05 EA02 HA13 HA15