

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4845333号
(P4845333)

(45) 発行日 平成23年12月28日(2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日(2011.10.21)

(51) Int. Cl.	F I		
HO1S 5/022 (2006.01)	HO1S	5/022	
GO2B 6/36 (2006.01)	GO2B	6/36	
GO2B 6/42 (2006.01)	GO2B	6/42	
HO1L 31/02 (2006.01)	HO1L	31/02	B
HO1L 31/0232 (2006.01)	HO1L	31/02	D

請求項の数 34 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2003-107340 (P2003-107340)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成15年4月11日(2003.4.11)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2004-319555 (P2004-319555A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成16年11月11日(2004.11.11)	(74) 代理人	100107515
審査請求日	平成18年1月20日(2006.1.20)		弁理士 廣田 浩一
		(74) 代理人	100109379
			弁理士 加藤 和彦
		(74) 代理人	100115277
			弁理士 鈴木 康志
		(72) 発明者	加藤 幾雄
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	坂井 篤
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電変換素子パッケージ、その作製方法及び光コネクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光電変換素子とこの光電変換素子を封止する透明材料とからなるパッケージAと、前記光電変換素子と電気的に接続された電子回路素子と前記パッケージAとを封止する不透明材料とからなるパッケージBとよりなり、前記透明樹脂の一部が前記パッケージBの一部から外部に露出しており、

前記パッケージAは、ヒートシンクを有し、前記ヒートシンクの一部は、前記透明樹脂の露出面方向と反対側方向に形成された開口から外部に露出しており、

前記パッケージAが電気配線を有する基板E上に、実装され、かつ、当該パッケージAの露出面を当該基板E側に設定する光電変換素子パッケージ。

【請求項2】

前記パッケージBは、モールドパッケージからなる請求項1記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項3】

前記パッケージAは、モールドパッケージである請求項1ないし2の何れか一記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項4】

前記パッケージAは、電気配線を有する基板C上に設けた前記光電変換素子と、前記基板C上に設けた前記透明材料とよりなるパッケージである請求項1ないし3の何れか一記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項 5】

前記パッケージ A と前記電子回路素子とが共通の電気配線を有する基板 D 上に設けられ、かつ、前記基板 D が前記パッケージ B と一体である請求項 1 ないし 4 の何れか一記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項 6】

前記パッケージ A は、前記電子回路素子上に設けられている請求項 1 ないし 3 の何れか一記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項 7】

前記パッケージ A は、光学素子を有する請求項 1 ないし 6 の何れか一記載の光電変換素子パッケージ。

10

【請求項 8】

前記光学素子は、正の光学パワーを有する素子である請求項 7 記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項 9】

前記光学素子は、導波路構造からなる請求項 7 記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項 10】

前記光学素子は、テーパ構造からなる請求項 7 記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項 11】

前記光学素子を有する前記パッケージ A が前記パッケージ B から露出する露出面が、略平面である請求項 7 ないし 10 の何れか一記載の光電変換素子パッケージ。

20

【請求項 12】

前記光電変換素子と前記光学素子とはアレイ配列を有する請求項 7 ないし 11 の何れか一記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項 13】

前記光電変換素子と前記光学素子とのアレイ配列ピッチが異なる請求項 12 記載の光電変換素子パッケージ。

【請求項 14】

請求項 1 ないし 13 の何れか一記載の光電変換素子パッケージの作製方法であって、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージ A を作製する工程と、作製されたパッケージ A を、前記透明樹脂の一部が外部に露出する状態で、当該パッケージ A 中の前記光電変換素子と電氣的に接続された電子回路素子とともに封止して不透明材料からなるパッケージ B を作製する工程と、

30

前記パッケージ A にヒートシンクを設ける工程と、を含み、

前記透明樹脂の露出面方向と反対側方向に開口を形成し、前記ヒートシンクの一部を該開口から外部に露出するように設ける工程と、

前記パッケージ A が電気配線を有する基板 E 上に、実装され、かつ、当該パッケージ A の露出面を当該基板 E 側に設定する光電変換素子パッケージの作製方法。

【請求項 15】

光電変換素子を透明材料により封止してパッケージ A を作製する工程の後に、パッケージ B から露出する前記パッケージ A の露出面を被覆物で被覆する工程を有する請求項 14 記載の光電変換素子パッケージの作製方法。

40

【請求項 16】

光電変換素子を透明材料により封止してパッケージ A を作製する工程は、当該パッケージ A 中に含まれる光学素子の一部又は全部を同時に作製する工程を含む請求項 14 記載の光電変換素子パッケージの作製方法。

【請求項 17】

光電変換素子を透明材料により封止してパッケージ A を作製する工程の後に、当該パッケージ A 中に含まれる光学素子を作製する工程を有する請求項 14 記載の光電変換素子パッケージの作製方法。

50

【請求項 18】

作製されたパッケージ A を、その一部が外部に露出する状態で、当該パッケージ A 中の前記光電変換素子と電氣的に接続された電子回路素子とともに封止してパッケージ B を作製する工程の後に、前記パッケージ A 中に含まれる光学素子を作製する工程を有する請求項 14 記載の光電変換素子パッケージの作製方法。

【請求項 19】

一方のコネクタ部品となる請求項 1 ないし 13 の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、他方のコネクタ部品と前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ A との間に係脱自在な機械的位置決め機構を有する光コネクタ。

10

【請求項 20】

一方のコネクタ部品となる請求項 1 ないし 13 の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、他方のコネクタ部品と前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ B との間に係脱自在な機械的位置決め機構を有する光コネクタ。

【請求項 21】

前記光電変換素子パッケージ側の前記機械的位置決め機構は穴構造よりなる請求項 19 又は 20 記載の光コネクタ。

【請求項 22】

前記穴構造は、パッケージ A とパッケージ B との共通な位置に形成されている請求項 21 記載の光コネクタ。

20

【請求項 23】

前記穴構造は、パッケージ A とパッケージ B との共通な位置に貫通させて形成されている請求項 22 記載の光コネクタ。

【請求項 24】

前記パッケージ B は、前記穴構造の穴位置に孔部が形成されるとともに電気回路を有する基板上に電氣的に実装されている請求項 23 記載の光コネクタ。

【請求項 25】

一方のコネクタ部品となる請求項 1 ないし 13 の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ A の露出面に当該パッケージ A 中の透明材料よりも弾性定数が小さい材料からなる光学素子を有する光コネクタ。

30

【請求項 26】

一方のコネクタ部品となる請求項 1 ないし 13 の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ A の露出面に当該パッケージ A 中の透明材料よりも粘度が小さい材料からなる光学素子を有する光コネクタ。

【請求項 27】

一方のコネクタ部品となる請求項 1 ないし 13 の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ A の露出面に当該パッケージ A 中の透明材料よりも加圧による変形量が大きい材料からなる光学素子を有する光コネクタ。

40

【請求項 28】

一方のコネクタ部品となる請求項 1 ないし 13 の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ A の露出面にゴム弾性体材料からなる光学素子を有する光コネクタ。

【請求項 29】

一方のコネクタ部品となる請求項 1 ないし 13 の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記

50

光電変換素子パッケージ中のパッケージ A の露出面にシロキサン材料からなる光学素子を有する光コネクタ。

【請求項 3 0】

前記光学素子は、凹凸構造を有する略平板形状の素子である請求項 2 5 ないし 2 9 の何れか一記載の光コネクタ。

【請求項 3 1】

前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ A の露出面が存在するパッケージ B の表面に、粘着材料による脱着手段を有する請求項 1 9 ないし 3 0 の何れか一記載の光コネクタ。

【請求項 3 2】

前記脱着手段の粘着材料の一部又は全部が前記パッケージ A 中に含まれる光学素子を構成する請求項 3 1 記載の光コネクタ。

【請求項 3 3】

前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ A の露出面が存在するパッケージ B の表面に、微小凹凸部材による脱着手段を有する請求項 1 9 ないし 3 2 の何れか一記載の光コネクタ。

【請求項 3 4】

前記光電変換素子パッケージ中のパッケージ B が実装される基板上に、当該パッケージ B とは別部品からなり他方のコネクタを前記光電変換素子パッケージからはずすためのガイド部材を備える請求項 1 9 ないし 3 3 の何れか一記載の光コネクタ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝送、光計測、光メモリ等の各種分野に適用可能で光の入出射を行う光電変換素子パッケージ、その作製方法及び光コネクタに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

光電変換素子と電子回路素子とをパッケージ化することによりマルチチップモジュールとなる光電変換素子パッケージ（“OE-MCM”とも呼ばれる）は、光電変換素子、光結合素子、光実装基板、発光光電変換素子用ドライバ電子回路素子、受光光電変換素子用増幅電子回路素子、論理電子回路素子、さらにはこれら全体を封止するパッケージ、端子、MCM基板等から構成される。

【0 0 0 3】

特許文献 1, 2 等には、従来の光電変換素子パッケージの構成例が掲載されており、光電変換素子、電気回路素子及び周辺部品が同一部品に実装されている。

【0 0 0 4】

図 4 6 は、特許文献 2 に記載された従来の光電変換素子パッケージの構成例を示す。コネクタ構成を有する部品（光ファイバ 2 0 0 等）と、これに対して位置調整された光電変換素子（LDチップ 2 0 1 等）、電気回路素子（受信用 PD 2 0 2 等）、及び周辺部品（モニタ用 PD チップ 2 0 3、光導波路 2 0 4 中の WDM フィルタ 2 0 5 等）とが不透明で硬化性に優れたエポキシ樹脂等のモールド部材 2 0 6 によりモールドされている。なお、LDチップ 2 0 1 及びモニタ用 PD チップ 2 0 3 周りは LD チップ 2 0 1 からの光をモニタ用 PD チップ 2 0 3 に導光させるためにシリコン系樹脂等の透明樹脂 2 0 7 により覆われている。

【0 0 0 5】

これにより、従来の金属のハーメチック封止による光電変換素子パッケージよりも、小型・低価格化が実現可能となる。

【0 0 0 6】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 2 0 2 4 3 8 公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】

特開2000-228555公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献2において、外部の光ファイバ200と光電変換素子(LDチップ201)とを高効率で光結合させるためには高精度な光実装が必要なため、外部の光ファイバ200の一部をモールド部材206に直接挿入して一体化しており、外部の光ファイバ200の脱着ができない。このため、このような光電変換素子パッケージのプリント基板への実装には、リフロー炉を量産で用いることは困難であり、ロボット半田付けや手半田付け等による少量生産しかできない。さらには、機器内光伝送におけるボード間光伝送のように機器組み付け作業としてコネクタが必須の装置には用いることができない。

10

【0008】

また、この光ファイバの挿入に代えて光コネクタをモールド部材に直接挿入して一体化すれば、光電変換素子パッケージと外部の光ファイバとを脱着ができるようになるが、実際には、光コネクタ自体が部品コストとして高価であり低コスト化できないばかりか、光コネクタという大きい部材に対する高精度の光実装が必要となり、組付けコストが増大する。

【0009】

本発明の目的は、光電変換素子(光と電気との信号変換を行う素子=発光素子や受光素子等)と電子回路素子とをパッケージ化する際に、通常マルチチップモジュールにおける電気実装精度と同様なアライメントトレランスの大きな実装を可能とする光電変換素子パッケージ、及び、その製造方法を提供することにある。

20

【0010】

また、本発明の目的は、このような光電変換素子パッケージを用いて、電気コネクタと同様なアライメントトレランスの大きい脱着を可能とする光コネクタを提供することである。

【0011】

より具体的には、本発明の目的の一つは、光電変換素子と電子回路素子とをパッケージして光電変換素子パッケージを作製する場合に、通常電気実装パッケージと同様な封止により、光学素子のアライメントが不要で簡単かつ低コストに作製可能とすることである。

30

【0012】

本発明の目的の一つは、機械的精度を向上させ、より機械的信頼性に優れた光電変換素子パッケージを提供することである。

【0013】

本発明の目的の一つは、高熱に対する信頼性に優れた光電変換素子パッケージを提供することである。

【0014】

本発明の目的の一つは、光電変換素子のパッケージをマルチチップモジュールの封止材料と同一とすることにより、パッケージ間界面の透湿性と熱サイクルに対する信頼性に優れた光電変換素子パッケージを提供することである。

40

【0015】

本発明の目的の一つは、通常マルチチップモジュールにおける電気実装精度と同様なアライメントトレランスの大きい部品実装が可能な光電変換素子パッケージを提供することである。

【0016】

本発明の目的の一つは、電子変換素子又はこれをパッケージした素子と、電子回路素子とを共通の基板に設けることにより、光高周波に優れると同時に多機能性の実現が容易な光電変換素子パッケージを提供することである。

【0017】

本発明の目的の一つは、より小型・高密度な光電変換素子パッケージを提供することであ

50

る。

【 0 0 1 8 】

本発明の目的の一つは、基板導波路配線への光結合のアライメントが簡単な光電変換素子パッケージを提供することである。

【 0 0 1 9 】

本発明の目的の一つは、光電変換素子の放熱特性を向上させ、光電変換素子の長期信頼性を向上させた光電変換素子パッケージを提供することである。

【 0 0 2 0 】

本発明の目的の一つは、光電変換素子の放熱特性をより向上させ、光電変換素子の長期信頼性をより向上させた光電変換素子パッケージを提供することである。

10

【 0 0 2 1 】

本発明の目的の一つは、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と、光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率を向上させた光電変換素子パッケージを提供することである。

【 0 0 2 2 】

本発明の目的の一つは、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と、光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを、より簡単に光結合させることができる光電変換素子パッケージを提供することである。

【 0 0 2 3 】

本発明の目的の一つは、より大容量のデータの送受信が可能な光電変換素子パッケージを提供することである。

20

【 0 0 2 4 】

本発明の目的の一つは、伝送路のクロストークを低減すると同時に、複数の光コネクタを簡単に接続可能な光電変換素子パッケージを提供することである。

【 0 0 2 5 】

本発明の目的の一つは、通常のマルチチップモジュールにおける電気実装精度と同様なアライメントトレランスの大きい部品実装が可能な光電変換素子パッケージの製造方法を提供することである。

【 0 0 2 6 】

本発明の目的の一つは、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と、光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを光結合させる光結合素子の作製工程を簡略化した光電変換素子パッケージの製造方法を提供することである。

30

【 0 0 2 7 】

本発明の目的の一つは、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と、光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを光結合させる光結合素子の作製時のアライメント工程をより簡単にできる光電変換素子パッケージの製造方法を提供することである。

【 0 0 2 8 】

本発明の目的の一つは、光コネクタ部品と光電変換素子パッケージとの光結合による損失を低減した光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することである。

【 0 0 2 9 】

本発明の目的の一つは、コネクタ部品の機械的位置決め機構の位置決め精度を向上させると同時に機械的強度を向上させ、機械的信頼性を向上させた光コネクタを提供することにある。

40

【 0 0 3 0 】

本発明の目的の一つは、コネクタ部品での端面反射や端面損失を低減した光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することである。

【 0 0 3 1 】

本発明の目的の一つは、コネクタ部品の接続時の気泡による端面損失を低減させると同時に、より小さな脱着力でも反射損失も低減させることができる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することである。

50

【 0 0 3 2 】

本発明の目的の一つは、簡単に脱着できる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することである。

【 0 0 3 3 】

本発明の目的の一つは、簡単に脱着できると同時に、低コストでコネクタ部品での端面反射や端面損失を低減させた光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することである。

【 0 0 3 4 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明の光電変換素子パッケージは、光電変換素子とこの光電変換素子を封止する透明材料とからなるパッケージ A と、前記光電変換素子と電気的に接続された電子回路素子と前記パッケージ A とを封止するパッケージ B とよりなり、前記透明樹脂の一部が前記パッケージ B の一部から外部に露出しており、前記パッケージ A は、ヒートシンクを有し、前記ヒートシンクの一部は、前記透明樹脂の露出面方向と反対側方向に形成された開口から外部に露出している。

10

【 0 0 3 5 】

従って、光電変換素子と電子回路素子とをパッケージして光電変換素子パッケージを作製する場合に、光電変換素子を予め光学部品と光学実装しておくことにより、マルチチップモジュールの封止において、通常の電気実装パッケージと同様な封止により、光電変換素子パッケージの作製時の光学実装が不要となり、簡単かつ低コストで作製可能な光電変換素子パッケージを提供できる。

20

また、光電変換素子をパッケージしたパッケージ A がヒートシンクを有するので、光電変換素子の放熱特性が向上し、光電変換素子の長期信頼性を向上させた光電子変換素子パッケージとなる。

また、ヒートシンクがパッケージ B の一部から露出しており、その露出面の方向と光電変換素子側のパッケージ A の露出面の方向とが反対であるので、光電変換素子の放熱特性がより向上し、光電変換素子の長期信頼性がより向上した光電変換素子パッケージとなる。

【 0 0 3 6 】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記パッケージ B は、モールドパッケージからなる。

30

【 0 0 3 7 】

従って、光電変換素子パッケージがモールドパッケージからなることにより、光コネクタの構成部品の一部としても十分に使用できるレベルに機械的精度が向上し、より機械的信頼性に優れた光電子変換素子パッケージとなる。

【 0 0 3 8 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記パッケージ B は、不透明材料からなる。

【 0 0 3 9 】

従って、光電変換素子パッケージ中のパッケージ B が不透明材料からなることにより、光の進入によるクロストークを低減させることができると同時に、光の入出射を行うにも関わらず、通常の半導体パッケージで使用されるフィルター分散されかつ芳香族系材料を用いることで高熱に対する信頼性に優れた光電子変換素子パッケージとなる。

40

【 0 0 4 0 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 ないし 3 の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記パッケージ A は、モールドパッケージである。

【 0 0 4 1 】

従って、光電変換素子パッケージ中のパッケージ A がモールドパッケージであるので、パッケージ間界面の透湿性と熱サイクルに対する信頼性に優れた光電変換素子パッケージとなる。

50

【0042】

請求項5記載の発明は、請求項1ないし4の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記パッケージAは、電気配線を有する基板C上に設けた前記光電変換素子と、前記基板C上に設けた前記透明材料とよりなるパッケージである。

【0043】

従って、光電変換素子パッケージが、光電変換素子パッケージ用基板となる電気配線を有する基板とは別の基板に設けた透明材料とからなるパッケージであるので、通常のマルチチップモジュールにおける電気実装精度と同様なアライメントトレランスの大きい部品実装が可能な光電変換素子パッケージとなる。

【0044】

請求項6記載の発明は、請求項1ないし5の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記パッケージAと前記電子回路素子とが共通の電気配線を有する基板D上に設けられ、かつ、前記基板Dが前記パッケージBと一体である。

【0045】

従って、光電変換素子をパッケージしたパッケージAと、電子回路素子とを共通の基板に設けているので、光高周波に優れると同時に多機能性の実現が容易な光電子変換素子パッケージとなる。

【0046】

請求項7記載の発明は、請求項1ないし4の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記パッケージAは、前記電子回路素子上に設けられている。

【0047】

従って、光電変換素子をパッケージしたパッケージAが電子回路素子上に設けられているので、より小型・高密度な光電子変換素子パッケージとなる。

【0048】

請求項8記載の発明は、請求項1ないし6の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記パッケージAが電気配線を有する基板E上に実装され、かつ、当該パッケージAの露出面が当該基板E側に設定されている。

【0049】

従って、光電変換素子がパッケージされたパッケージAが実装された電気配線を有する基板を設けてあり、このパッケージAの露出面が、当該基板側の方向であるので、基板導波路配線への光結合のアライメントトレランスの低減可能な光電子変換素子パッケージとなる。

【0054】

請求項9記載の発明は、請求項1ないし8の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記パッケージAは、光学素子を有する。

【0055】

従って、光電変換素子側のパッケージAが光学素子を有するので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率が向上した光電変換素子パッケージとなる。

【0056】

請求項10記載の発明は、請求項9記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記光学素子は、正の光学パワーを有する素子である。

【0057】

従って、光学素子が正の光学パワーを有するので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率が向上した光電子変換素子パッケージとなる。

【0058】

請求項11記載の発明は、請求項9記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記光学素子は、導波路構造からなる。

【0059】

10

20

30

40

50

従って、光学素子が導波路構造からなるので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率が向上した光電子変換素子パッケージとなる。

【0060】

請求項1 2記載の発明は、請求項9記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記光学素子は、テーパ構造からなる。

【0061】

従って、光学素子がテーパ構造からなるので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率が向上した光電子変換素子パッケージとなる。

10

【0062】

請求項1 3記載の発明は、請求項9ないし1 2の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記光学素子を有する前記パッケージAが前記パッケージBから露出する露出面が、略平面である。

【0063】

従って、光学素子を有する光電変換素子パッケージAのパッケージBに対する露出面が、略平面であるので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを、より簡単に光結合できる光電子変換素子パッケージとなる。

【0064】

請求項1 4記載の発明は、請求項9ないし1 3の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記光電変換素子と前記光学素子とはアレイ配列を有する。

20

【0065】

従って、光電子変換素子と光学素子とがアレイ配列を有するので、より大容量のデータの送受信が可能な光電子変換素子パッケージとなる。

【0066】

請求項1 5記載の発明は、請求項1 4記載の光電変換素子パッケージにおいて、前記光電変換素子と前記光学素子とのアレイ配列ピッチが異なる。

【0067】

従って、光電変換素子と光学素子とのアレイ配列ピッチが異なるので、伝送路のクロストークが低減すると同時に、複数の光コネクタを簡単に接続可能な光電変換素子パッケージとなる。

30

【0068】

請求項1 6記載の発明の光電変換素子パッケージの作製方法は、請求項1ないし1 5の何れか一記載の光電変換素子パッケージの作製方法であって、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージAを作製する工程と、作製されたパッケージAを、前記透明樹脂のその一部が外部に露出する状態で、当該パッケージA中の前記光電変換素子と電気的に接続された電子回路素子とともに封止してパッケージBを作製する工程と、前記パッケージAにヒートシンクを設ける工程と、
を含み、前記透明樹脂の露出面方向と反対側方向に開口を形成し、前記ヒートシンクの一部を該開口から外部に露出するように設ける。

40

【0069】

従って、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージAを作製し、その一部が外部に露出する状態で、当該パッケージA中の光電変換素子と電気的に接続された電子回路素子とともに封止してパッケージBを作製するようにしたので、通常のマルチチップモジュールにおける電気実装精度と同様なアライメントトレランスの大きい部品実装が可能な光電子変換素子パッケージの製造方法となる。

【0070】

請求項1 7記載の発明は、請求項1 6記載の光電変換素子パッケージの作製方法において、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージAを作製する工程の後に、パッケージBから露出する前記パッケージAの露出面を被覆物で被覆する工程を有する。

50

【0071】

従って、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージAを作製する工程の後に、パッケージBから露出するパッケージAの露出面を被覆物で被覆する工程を有するので、パッケージAの露出面が作製工程において汚染されたり傷つくことを被覆物で保護することができ、光損失の増大を減少させ、通常の電気実装の場合と同様の封止、半田実装等を行うことができる。

【0072】

請求項18記載の発明は、請求項16記載の光電変換素子パッケージの作製方法において、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージAを作製する工程は、当該パッケージA中に含まれる光学素子の一部又は全部を同時に作製する工程を含む。

10

【0073】

従って、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを光結合させる光結合素子 = 光学素子の作製工程が簡略化された作製方法となる。

【0074】

請求項19記載の発明は、請求項16記載の光電変換素子パッケージの作製方法において、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージAを作製する工程の後に、当該パッケージA中に含まれる光学素子を作製する工程を有する。

【0075】

従って、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを光結合させる光結合素子 = 光学素子の作製時のアライメント工程が簡単化された作製方法となる。

20

【0076】

請求項20記載の発明は、請求項16記載の光電変換素子パッケージの作製方法において、作製されたパッケージAを、その一部が外部に露出する状態で、当該パッケージA中の前記光電変換素子と電氣的に接続された電子回路素子とともに封止してパッケージBを作製する工程の後に、前記パッケージA中に含まれる光学素子を作製する工程を有する。

【0077】

従って、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを光結合させる光結合素子 = 光学素子の作製時のアライメント工程が簡単化された作製方法となる。特に、最終工程で高精度なアライメントを行っているので、光電変換素子パッケージにおけるモールド形成の際に位置ずれを生ずることがなく、より高精度な実装を実現でき、光結合の結合効率に対する信頼性が向上する。

30

【0078】

請求項21記載の発明の光コネクタは、一方のコネクタ部品となる請求項1ないし15の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、他方のコネクタ部品と前記光電変換素子パッケージ中のパッケージAとの間に係脱自在な機械的位置決め機構を有する。

【0079】

従って、光電変換素子パッケージと他方のコネクタ部品との間の機械的位置決めを高精度に行うことができ、光結合による損失を低減させることができる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

40

【0080】

請求項22記載の発明の光コネクタは、一方のコネクタ部品となる請求項1ないし15の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、他方のコネクタ部品と前記光電変換素子パッケージ中のパッケージBとの間に係脱自在な機械的位置決め機構を有する。

【0081】

従って、光電変換素子パッケージと他方のコネクタ部品との間の機械的位置決めを高精度に行うことができ、光結合による損失を低減させることができる光電変換素子パッケージ

50

一体型の光コネクタとなる。

【0082】

請求項23記載の発明は、請求項21又は22記載の光コネクタにおいて、前記光電変換素子パッケージ側の前記機械的位置決め機構は穴構造よりなる。

【0083】

従って、光電変換素子パッケージ側の機械的位置決め機構を穴構造とすることにより、請求項21又は22記載の発明を容易に実現できる。

【0084】

請求項24記載の発明は、請求項23記載の光コネクタにおいて、前記穴構造は、パッケージAとパッケージBとの共通な位置に形成されている。

10

【0085】

従って、パッケージAとパッケージBとの共通な位置に形成された穴構造とすることにより、請求項23記載の発明を実現する上で、位置決め精度をより向上させることができるとともに、光コネクタとしての機械的信頼性を向上させることができる。

【0086】

請求項25記載の発明は、請求項24記載の光コネクタにおいて、前記穴構造は、パッケージAとパッケージBとの共通な位置に貫通させて形成されている。

【0087】

従って、貫通させた穴構造であるので、請求項24記載の発明を実現する上で、位置決め精度の向上及び強度的な信頼性を確保することができる。

20

【0088】

請求項26記載の発明は、請求項25記載の光コネクタにおいて、前記パッケージBは、前記穴構造の穴位置に孔部が形成されるとともに電気回路を有する基板上に電氣的に実装されている。

【0089】

従って、パッケージBを穴構造を有する基板上に実装することにより、請求項25記載の発明を実現する上で、十分な機械的強度を確保することができる。

【0090】

請求項27記載の発明の光コネクタは、一方のコネクタ部品となる請求項1ないし15の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージAの露出面に当該パッケージA中の透明材料よりも弾性定数が小さい材料からなる光学素子を有する。

30

【0091】

従って、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【0092】

請求項28記載の発明の光コネクタは、一方のコネクタ部品となる請求項1ないし15の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージAの露出面に当該パッケージA中の透明材料よりも粘度が小さい材料からなる光学素子を有する。

40

【0093】

従って、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【0094】

請求項29記載の発明の光コネクタは、一方のコネクタ部品となる請求項1ないし15の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージAの露出面に当該パッケージA中の透明材料よりも加圧による変形量が大きい材料からなる光学素子を有する。

50

【 0 0 9 5 】

従って、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【 0 0 9 6 】

請求項3 0記載の発明の光コネクタは、一方のコネクタ部品となる請求項1ないし1 5の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージAの露出面にゴム弾性体材料からなる光学素子を有する。

【 0 0 9 7 】

従って、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

10

【 0 0 9 8 】

請求項3 1記載の発明の光コネクタは、一方のコネクタ部品となる請求項1ないし1 5の何れか一記載の光電変換素子パッケージと、この光電変換素子パッケージと光結合される他方のコネクタ部品とよりなり、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージAの露出面にシロキサン材料からなる光学素子を有する。

【 0 0 9 9 】

従って、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【 0 1 0 0 】

20

請求項3 2記載の発明は、請求項2 7ないし3 1の何れか一記載の光コネクタにおいて、前記光学素子は、凹凸構造を有する略平板形状の素子である。

【 0 1 0 1 】

従って、光コネクタ接続時の気泡による端面損失が低減すると同時に、より小さな脱着力でも反射損失も低減できる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【 0 1 0 2 】

請求項3 3記載の発明は、請求項2 1ないし3 1の何れか一記載の光コネクタにおいて、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージAの露出面が存在するパッケージBの表面に、粘着材料による脱着手段を有する。

【 0 1 0 3 】

30

従って、簡単に脱着できる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【 0 1 0 4 】

請求項3 4記載の発明は、請求項3 3記載の光コネクタにおいて、前記脱着手段の粘着材料の一部又は全部が前記パッケージA中に含まれる光学素子を構成する。

【 0 1 0 5 】

従って、簡単に脱着できると同時に、低コストでコネクタ部品での端面反射や端面損失が低減した光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【 0 1 0 6 】

請求項3 5記載の発明は、請求項2 1ないし3 1の何れか一記載の光コネクタにおいて、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージAの露出面が存在するパッケージBの表面に、微小凹凸部材による脱着手段を有する。

40

【 0 1 0 7 】

従って、簡単に脱着できる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【 0 1 0 8 】

請求項3 6記載の発明は、請求項2 1ないし3 1の何れか一記載の光コネクタにおいて、前記光電変換素子パッケージ中のパッケージBが実装される基板の上に、当該パッケージBとは別部品からなり他方のコネクタを前記光電変換素子パッケージからはずすためのガイド部材を備える。

【 0 1 0 9 】

従って、光コネクタの脱着強度に伴う機械的強度を増加させて信頼性が向上した光電変換

50

素子パッケージ一体型の光コネクタとなる。

【0110】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を順に説明する。

【0111】

[第一の実施の形態]

本発明の第一の実施の形態を図1に基づいて説明する。図1は本実施の形態の光電変換素子パッケージ1の構成例を原理的に示す概略断面図である。図1において、2は光電変換素子としての面発光レーザ (Vertical Cavity Surface-Emitting Laser = VCSEL = LD)、3はこのLD2を透明材料4で封止したLDパッケージ(パッケージA)、5はLD2に対するVCSELドライバや信号処理回路等が設けられた電子回路素子としてのLSI、6は電気的結合のためのワイヤ、7はMCM (Multi Chip Module) 基板、8はLDパッケージ3とLSI5とを封止材9で封止したMCMパッケージ(パッケージB)、10はバンブである。MCMパッケージ8においては、LDパッケージ3の一部が露出面3a (LD2に対向する出射面) が外部に直接露出するようにパッケージ化されている。

10

【0112】

ここに、情報信号や電源はバンブ10を通じて電気実装されたMCMパッケージ8の下に位置するプリント基板(図示せず)より伝達される。この情報信号は、立体多層配線されたMCM基板7とワイヤ6を経て、LSI5に伝達される。LSI5は、この情報信号をパラレルシリアル変換、プロトコル変換等の信号処理した上で、光信号発信のためのVCSEL駆動用電圧を発生させる。このVCSEL駆動用電圧は、MCM基板7とワイヤ6を経て、LD2に伝達され、LD2は、この駆動用電圧に基づいてレーザ光を変調発光させる。この変調発光されたレーザ光は、透明樹脂からなるLDパッケージ3を透過して、LDパッケージ3とLSI5とを封止するMCMパッケージ8の外部に放出することができる。

20

【0113】

図1において、LSI5とLDパッケージ3とを封止するMCMパッケージ8には、ガスバリア特性、対透湿特性、対高熱性、対熱サイクル特性、対機械的接触性、対線特性等を向上する機能が必要であり、LD2を封止するLDパッケージ3には、ガスバリア特性、対透湿特性、対高熱性、対熱サイクル特性、対機械的接触性等の通常の電子回路素子に加えて、透明であって、かつ、レーザ光の波面を乱さない光学素子としての特性が必要である。

30

【0114】

このため、通常の不透明なエポキシ系の封止材やフィラーを分散させた封止材等のMCMパッケージ8の封止材9を用いて、LSI5とLD2とを同時に封止することはLD2から放出されたレーザ光の吸収損失を増加させたり、波面収差が非常に大きくなるために使用できない。また、LDパッケージ3に用いることができる封止材料4は、透明であってかつレーザ光の波面を乱さないために材料構成の限定を大きく受けるので、LSI5の封止としては、信頼性の上で不十分である。これは、特にサブ μm 以下かつ1GHz以上の高周波の信号伝達時に問題となる。

40

【0115】

しなしながら、図1では、LD2に対するLDパッケージ3と、LSI5とのMCMパッケージ8の構成を別とし、かつ、LDパッケージ3の一部を露出面3aとしてMCMパッケージ8から露出させているため、LDパッケージ3の封止材料4とMCMパッケージ8の封止材9とを異ならせることができるため、LDパッケージ3の封止材料4はLD2の封止に最適な材料、及びMCMパッケージ8の封止材9にはLSI5とLDパッケージ3との封止に最適な封止材料を用いることができる。このため、各々のパッケージ3, 8形成後の信頼性を確保すると同時に、封止工程での粘度や耐熱特性等を最適な材料特性にすることができる。さらに、LD2に対して予め封止しているLDパッケージ3を設けているので、LDパッケージ3の露出面3aのみに対して、光学面としての精度を要求すればよ

50

いので、MCMパッケージ8封止の封止材料のみならず封止工程が容易となる。図1においては、MCMパッケージ8の封止材9としてはMCM基板7上にエポキシ系フィラー分散材料をポッティングして形成しており、少量生産においても低コストでMCMパッケージ8を作製することができる。

【0116】

一方、LDパッケージ3としては、MCMパッケージ8としての全体ではなくごく一部分としての構成部分となるので、その熱膨張係数が一般的な $15 \sim 20 \text{ ppm/}$ 以外であってもリフローのような高熱時での膨張による絶対的な膨張距離が小さくなり、十分な熱信頼性を確保できるようになる。このため、熱信頼性を確保した上で、透明性と波面収差を確保することがより容易となる。このLDパッケージ3とMCM基板7への実装は、LD2を封止してLDパッケージ3を作製した後に、このLDパッケージ3をMCM基板7に実装してもよいし、MCM基板7上にLD2を実装した後に、MCM基板7の一部分を封止してLDパッケージ3を作製してもよい。

10

【0117】

何れにしても、前述したように、LD2とLSI5とをパッケージしてMCMパッケージ8を構成する場合に、簡単かつ低コストに作製可能なMCMパッケージ8となる。さらには、このMCMパッケージ8は、LDパッケージ3の露出面3aを用いて着脱可能な光コネクタの部品として用いることもできる。

【0118】

ところで、図1において、LD2を用いたLDパッケージ3に代えて、PD(Photo Detector)を光電変換素子として用いたPDパッケージを作製し、PDパッケージと増幅電子回路及び電流電圧変換回路さらには情報処理回路を有する電子回路素子を搭載したMCMパッケージを同様に作製しても同様の効果を得ることができる。さらに、このPDパッケージに、第1段となる増幅電子回路(TIAと呼ばれる)を有する電子回路素子を同時にパッケージすることが好ましい。これは、PDの近傍、かつ、予め近傍で高周波特性を重視した電気配線構成と電気シールド構成を付加した電気実装構成を設けておくことにより、ノイズの少ないPDパッケージを構成することができるようになる。このPDパッケージ内の電気接続のみを、他の電気接続と異ならせて、電気配線には、接続に通常より太く短い金ワイヤを用いたり、金バンプにして高周波での減衰や反射を考慮した電気配線とし、さらに、PDパッケージの側面に導電材料をメッシュ状にパターン塗工形成することにより、シールドを向上し雑音を低減することができるようになる。

20

30

【0119】

また、面発光レーザを封止したLDパッケージとPDを封止したPDパッケージとを同時にMCMパッケージに封止してもよい。さらに、これらを一体化して、PDと面発光レーザ(VCSSEL)を同じパッケージに封止して、PD-VCSSEL複合パッケージを構成することも小型化でき効果的である。

【0120】

また、図1においては、LDパッケージ3とLSI5とを、同一のMCM基板7上に実装してMCMパッケージ8を構成しているので、MCM基板7に多層立体配線を施すことにより、複数のLSI5や複数のLD及びPD、さらにアンテナやコンデンサや抵抗やインダクタ等の付加部品を用意にMCMパッケージ内に実装することができ、多機能化することが容易にでき効果的である。さらに、MCM基板材料の誘電率と誘電正接値を小さな材料とすることにより、高周波における損失を低減し、低消費電極のMCMを構成することもできるようになり効果的である。また、平板基板上に実装しているので、通常 1 度以内の電気実装精度でも光実装としてのアライメント精度は十分であり、LDやPDの光の入出力面の角度位置合わせを不要とすることもできるようになる。

40

【0121】

図2に光電変換素子パッケージ1の変形例を示す。この変形例は、電気配線を有するMCM基板7に対して電気配線を有しないMCMインタポーザ基板11を設け、このMCMインタポーザ基板11上にLDパッケージ3及びMCMパッケージ8を形成したものである

50

。

【 0 1 2 2 】

即ち、図 2 において、信号と電源はバンプ 10 を通して電気配線を有する M C M 基板 7 の下に位置するプリント基板より伝達される。この情報信号は、多層立体配線された M C M 基板 7 とワイヤ 6 とを経て L S I 5 に伝達される。L S I 5 は、この情報信号をパラレルシリアル変換、プロトコル変換等の信号処理した上で、光信号発信のための V C S E L 駆動用電圧を発生させる。この V C S E L 駆動用電圧は、ワイヤ 6 を経て、L D 2 に伝達され、この L D 2 はこの駆動用電圧に基づいてレーザ光を変調発光させる。

【 0 1 2 3 】

このとき、L D パッケージ 3 と L S I 5 とを予め M C M インタポーザ基板 11 に実装しておき、この後、M C M 基板 7 と M C M インタポーザ基板 11 とを密着させて、電気実装を行っている。これにより、P C B 配線に対するバンプ 10 による電気実装を考慮しないで L D パッケージ 3 と L S I 5 とを封止することができるようになり、基板によるシールド性が向上し、さらに位置をより高精度にした実装が容易にできるようになる。もちろん、この M C M インタポーザ基板 11 に電気配線を設けるようにし、より電気実装が容易となるようにしてもよい。M C M 基板 7 と M C M インタポーザ基板 11 とにより、電気配線やシールド対策の機能を分割したりすることができるようになる。

【 0 1 2 4 】

[第二の実施の形態]

本発明の第二の実施の形態を図 3 に基づいて説明する。第一の実施の形態で示した部分と同一部分は同一符号を用いて示し、説明も省略する（以降の実施の形態でも、順次同様とする）。

【 0 1 2 5 】

図 3 は本実施の形態の光電変換素子パッケージ 21 の構成例を原理的に示す概略断面図である。図 3 において、22 はモールド形成による L D パッケージ、23 はモールド形成による M C M パッケージでありフィラー分散をした熱硬化性エポキシ系材料からなる。

【 0 1 2 6 】

図 3 において、M C M パッケージ 23 がモールドパッケージからなるので、機械的強度が向上して、接触によるワイヤ 6 の破損や L S I 5 の破損、さらには L D パッケージ 22 の位置ずれのない機械的信頼性に優れた光電変換素子パッケージ 21 を作製することができるようになる。このため、M C M パッケージ 23 に高弾性のエポキシ系材料からなるモールドパッケージを用い、L D パッケージ 22 に機械的強度の弱いポッティングによるエラストマー材料を用いても、十分な機械的信頼性を確保できるようになる。

【 0 1 2 7 】

また、図 3 において、L D パッケージ 22 が、モールドパッケージからなるので、M C M パッケージ 23 に対する露出面 22 a を容易に平面とすることができるようになり、光学素子としての波面収差を低減することができる。

【 0 1 2 8 】

また、M C M パッケージ 23 の材料として、高弾性の不透明なエポキシ系材料からなるモールドパッケージを用い、かつこの材料にフィラーを分散させることにより、M C M パッケージ 23 の機械的強度をより向上させることができる。また、不要な光の M C M パッケージ 23 への入射光を低減し、この入射光が M C M パッケージ 23 材料内で散乱や多重反射して光結合素子、さらには L D の代わりに P D を用いた場合には P D に入射して光信号としてのノイズ成分となるのを大きく低減させることができる。多くの M C M モールドパッケージ材料は、黒色を呈している吸光度係数の非常に大きい不透明材料であり、この電子材料として通常で使用されている材料は透湿性と熱サイクル特性が非常に良好であると同時に、耐熱性や弾性等の種々の物性値を変化させたものが多数商品として存在しており、既存の商品をそのまま用いることで、透明材料からなる L D パッケージ 22 を用いた場合においても、M C M パッケージ 23 の側面や上面からの不要な入射光を低減できると同時に、信頼性を確保することもできる。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 9 】

また、透明材料からなるLDパッケージ22部分は、その露出面積が一部で小さいので、光コネクタや塗料やシール等で容易に被覆することができ、効果的である。

【 0 1 3 0 】

また、このようなMCMパッケージ23とLDパッケージ22との間に、その熱膨張係数の違い、表面密着性の違いを吸収するためのバッファパッケージを設けることも効果的である。エラストマーやゲル材料からなるバッファパッケージを設けることがより好ましい。

【 0 1 3 1 】

[第三の実施の形態]

本発明の第三の実施の形態を図4に基づいて説明する。図4は本実施の形態の光電変換素子パッケージ24の構成例を原理的に示す概略断面図である。本実施の形態は、基本的には第二の実施の形態に準ずるが、LD2に対して専用のLD基板25が付加され、MCM内部 bumps 26によりMCM基板7と電氣的に接続されている。

10

【 0 1 3 2 】

即ち、図4において、情報信号と電源は bumps 10を通して電気実装されたMCMパッケージ23の下に位置するプリント基板(図示せず)より伝達される。この情報信号は、立体多層配線されたMCM基板7とワイヤ6とを経て、LSI5に伝達される。LSI5は、この情報信号をパラレルシリアル変換、プロトコル変換等の信号処理した上で、光信号発信のためのVCSEL駆動用電圧を発生させる。このVCSEL駆動用電圧は、MCM

20

【 0 1 3 3 】

図4において、LD2を予め専用のLD基板25に光学実装しているため、透明材料からなるLDパッケージ22の外形上とLD2との位置関係が光学的に決定されており、MCM基板7に対するLDパッケージ22とLSI5の実装に対して光学的な位置合わせが不要であり、通常の電気実装の位置精度で実装することが可能となる。これにより、通常のMCM実装工程での作製が可能となり、非常に低コストの光電変換素子パッケージ24としてのMCMを作製することができるようになる。また、LD基板25とMCM基板7と bumps 26により bumps 26が bumps 26となり、電気実装自体も高精度で高周波特性に優れた実装にすることができる効果もある。さらに、複数のLDパッケージやPDパッケージがある場合でも、通常の電気実装と同様にMCMを作製することができ、MCMを低コストで多機能化することが容易となる。

30

【 0 1 3 4 】

ここに、MCM基板7には、セラミックス基板やFR4基板やポリイミド基板やビルドアップ基板を用いることができる。また、MCM基板7へのLDパッケージ22とLSI5との実装は、 bumps 26実装以外にワイヤボンディング実装であってもよい。また、2つの異なるパッケージ材料の間に第3のパッケージ材料としてゲル又はエラストマー又はゴム状の低粘性又は低弾性の材料を用いて、熱応力を低減させることも重要である。

40

【 0 1 3 5 】

[第四の実施の形態]

本発明の第四の実施の形態を図5に基づいて説明する。図5は本実施の形態の光電変換素子パッケージ27の構成例を原理的に示す概略断面図である。本実施の形態は、基本的には第三の実施の形態に準ずるが、LSI5とは別のLD用のLSI28が電子回路素子として設けられ、LDパッケージ22は、このLSI28上に部分スタック型MCMとして積層されており、このLSI28のパッドに直接 bumps 26実装されている。

【 0 1 3 6 】

本実施の形態の光電変換素子パッケージ27において、情報信号と電源は bumps 10を通して電気実装されたMCMパッケージ23の下に位置するプリント基板(図示せず)より

50

伝達される。この情報信号は、立体多層配線されたMCM基板7とワイヤ6とを経て、LSI5に伝達される。LSI5は、この情報信号をパラレルシリアル変換、プロトコル変換等の信号処理した上で、ワイヤボンディング29によりもう一つのLSI28に伝達される。LSI28は、光信号発信のためのVCSEL駆動用電圧を発生させ、このLSI28上に実装されたLD2に伝達される。LD2は、この駆動用電圧に基づいてレーザー光を変調発光させる。

【0137】

このとき、図5において、LSI28なる電子回路素子とLDパッケージ22とを積層して実装させることにより、実装面積を大きく低減し、光電変換素子パッケージ27を小型化できると同時に、LSI28のシリコン基板自体を通して熱導電性を向上できるので、熱信頼性を向上することもできる。

10

【0138】

図6は本実施の形態の電変換素子パッケージ27の変形例を原理的に示す概略断面図である。この変形例では、LD2等の配線用のスルーホール(図示せず)を有するLSI30上に直接LDパッケージ22及びMCMパッケージ23を実装したものである。

【0139】

この変形例の光電変換素子パッケージ27においては、情報信号と電源はバンプ31を通してLSI30の下に位置するプリント基板(図示せず)より伝達される。この情報信号は、LSI30を形成するシリコン基板にバンプ実装により伝達される。LSI30は、この情報信号をパラレルシリアル変換、プロトコル変換等の信号処理し、光信号発信のためのVCSEL駆動用電圧を発生させた上で、スルーホールによりシリコン基板裏面に設けたパッドとワイヤボンディング29によりLD2に伝達される。

20

【0140】

この変形例においては、MCM基板7の材料がいらなくなるので、さらに小型化できると同時に、より熱信頼性も向上することができる。

【0141】

[第五の実施の形態]

本発明の第五の実施の形態を図7に基づいて説明する。図7は本実施の形態の光電変換素子パッケージ32の構成例を原理的に示す概略断面図である。本実施の形態の光電変換素子パッケージ32では、電気配線を有するMCM基板33(基板E)上にLDパッケージ22及びMCMパッケージ23が実装されているが、LDパッケージ22に関してはLD専用の基板34(基板C)上に実装されたLD2を透明材料によりモールドパッケージしたものであって、このLDパッケージ22をMCM基板33に形成された開口33a部分に対して当該開口33a側がLD2に対向する露出面22aとなるように逆向きに実装したものである。このような光電変換素子パッケージ32はプリント基板35上にバンプ10、アンダーフィル剤36を介して実装されている。ここに、プリント基板35には露出面22aに対向する位置に開口35aが形成されている。さらに、プリント基板35の下方には導波路37が配置されている。

30

【0142】

本実施の形態の光電変換素子パッケージ32においては、情報信号と電源はバンプ10を通してプリント基板35より伝達される。この情報信号は、立体多層配線されたMCM基板33とワイヤ6とを経て、LSI5に伝達される。LSI5は、この情報信号をパラレルシリアル変換、プロトコル変換等の信号処理した上で、光信号発信のためのVCSEL駆動用電圧を発生させる。この駆動電圧は、反転実装されたLDパッケージ22のLD2に、ワイヤボンディング6基板34のスルーホールを経由して伝達される。さらに、LD2から放出されたレーザー光38は、透明なLDパッケージ22よりプリント基板35側に放出される。

40

【0143】

このレーザー光38は、プリント基板35に形成された開口35aにより、プリント基板35最表面よりも下に配置された導波路37に入射して光結合する。この導波路37に光結

50

合した導波光は、ボード間光配線やボード内光配線の光伝達情報に用いることができる。このとき、MCM基板33の下側に向けて直接にレーザー光を放出しているため、MCM基板33の電気実装に用いたパンプ10の精度により水平方向及び垂直方向の高精度アライメントをパッシブに行うことができ、LD2と導波路37とのアライメントを簡単に行うことができる。

【0144】

また、図7に示すように、MCM基板33の下、より具体的にはプリント基板35とMCM基板33との間のパンプ10実装された空間にアンダーフィル剤36を挿入・封止しているため、導波路37の端面に埃や結露が付着して光損失が生じることを防ぐことができ、環境に対する信頼性を向上できる。このアンダーフィル剤36は、LDパッケージ22の部分だけに設けてもよい。

10

【0145】

[第六の実施の形態]

本発明の第六の実施の形態を図8に基づいて説明する。図8は本実施の形態の光電変換素子パッケージ39の構成例を原理的に示す概略断面図である。本実施の形態は、基本的には第三の実施の形態に準ずるが、LDパッケージ22の下部に銅製のヒートシンク40を設け、このヒートシンク40をMCM基板7上に搭載させたものである。

【0146】

本実施の形態の光電変換素子パッケージ39においては、情報信号と電源はパンプ10を通して電気実装されたMCM基板7の下に位置するプリント基板(図示せず)より伝達される。この情報信号は、立体多層配線されたMCM基板7とワイヤ6とを経て、LSI5に伝達される。LSI5は、この情報信号をパラレルシリアル変換、プロトコル変換等の信号処理した上で、光信号発信のためのVCSEL駆動用電圧を発生させる。このVCSEL駆動用電圧は、MCM基板7とヒートシンク40上の電気配線を経てワイヤボンディング6により、LD基板25に伝達され、さらにLD2に伝達される。LD2は、この駆動用電圧に基づいてレーザー光を変調発光させる。

20

【0147】

図8において、銅からなるヒートシンク40がLD2を直接実装したシリコン基板25に密着されており、LD2からの放熱を、シリコン基板25のみならずヒートシンク40でMCMパッケージ23内の大きな部分に拡散することができるようになるため、LD2の実効温度を低下させることができ、熱信頼性が大きく向上し、長寿命化を図れるだけでなく、高周波特性を良好にすることもできる。また、ヒートシンク40が密着するMCM基板7なる基板部分にもヒートシンクを設けたり、銅配線を設けたりすることにより、放熱をさらに促進させることも効果的である。基板25とヒートシンク40とが密着又は埋め込まれているだけでなく、ヒートシンク40上に配線を設けて一体化されていても効果的である。

30

【0148】

[第七の実施の形態]

本発明の第七の実施の形態を図9に基づいて説明する。図9は本実施の形態の光電変換素子パッケージ41の構成例を原理的に示す概略断面図である。本実施の形態は、基本的には第六の実施の形態の場合と同様であるが、MCM基板7にはLDパッケージ22の大きさに対応させて開口42が形成され、この開口42部分にLDパッケージ22と一体化された銅製のヒートシンク40が外部に露出する形で埋め込まれている。

40

【0149】

図9において、ヒートシンク40がLD2を直接実装したシリコン基板25に密着されており、LD2からの放熱をヒートシンク40で、MCMパッケージ23内のみならずMCMパッケージ23外部にも拡散することができ、LD2の実効温度をより低下させることができ、より熱信頼性を大きく向上させ、長寿命化を図れるばかりでなく、高周波特性を良好にすることもできる。

【0150】

50

[第八の実施の形態]

本発明の第八の実施の形態を図10に基づいて説明する。図10は本実施の形態の光電変換素子パッケージ43の構成例を原理的に示す概略断面図である。本実施の形態は、基本的には第七の実施の形態の場合と同様であるが、ヒートシンク40上に基板25を介してLD2を実装しモールドパッケージ化したLDパッケージ22に関して、LD2に対向する露出面22aがMCM基板7の開口42側から外部に露出し、ヒートシンク40が反対面側において露出するように、反転実装させたものである。

【0151】

図10においては、図9の場合と同様に、ヒートシンク40がLD2を直接実装したシリコン基板25に密着されており、LD2からの放熱をヒートシンク40で、MCMパッケージ23内のみならずMCMパッケージ23外部にも拡散させることができ、LD2の実効温度をより低下させることができ、より熱信頼性を大きく向上させ、長寿命化を図れるばかりでなく、高周波特性を良好にすることもできる。

10

【0152】

[第九の実施の形態]

本発明の第九の実施の形態を図11に基づいて説明する。図11は本実施の形態の光電変換素子パッケージ44の構成例を原理的に示す概略断面図である。本実施の形態は、基本的には第七の実施の形態の場合と同様であるが、ヒートシンク40をシリコン基板25の一部に設けた開口部のヒートシンク45と半田46とにより熱導電率が小さくなるように接続したものである。これにより、さらに一層熱信頼性を向上させることができる。

20

【0153】

[第十の実施の形態]

本発明の第十の実施の形態を図12に基づいて説明する。図12は本実施の形態の光電変換素子パッケージ51の構成例を原理的に示す概略断面図である。本実施の形態は、一例として第四の実施の形態への適用例を示すものであり、LDパッケージ22が光学素子52を一体に有する構成とされている。具体的には、このLDパッケージ22は、光学素子52として埋め込み型の凸構造53を有し、この上部は平面形状の露出面22aとされている。

【0154】

本実施の形態の光電変換素子パッケージ51において、LD2より放出された光は、約10度~25度の発散光54であるが、この発散光54は、埋め込み型の凸構造53による正の光学パワーを有する光学素子52により、コリメートされて略平行で径の大きな平行光束55となる。埋め込み型の凸構造53は、低屈折かつ耐熱性の高いポリイミド系材料からなる凹構造を有するモールドに高屈折率のエポキシ系材料を埋め込んで成形してなるものである。これにより、この光束55を再び集光レンズ系で集光して光ファイバ又は導波路と結合する場合において、光束の光軸方向及び光軸と垂直な方向のどちらの方向に対しても、大きなアライメントトレランスを得ることができるようになる。これにより、実効的な光結合効率を向上させることができる。

30

【0155】

また、光学素子52の正のパワーを有する部分は、1つに限定されるわけではなく、正のパワーを分散させて2つ又は3つ以上にパワーを分けて構成された光学素子を設けても良く、また、部分的に負のパワーがあっても、群として正のパワーであればよい。

40

【0156】

また、図12において、埋め込み型の凸構造53の上部の露出面22aは平坦面とされているので、この平坦な露出面22aを、別部品の平坦形状処理又は平坦形状成形をした平坦部とを簡単に密着することができ、光結合を簡単かつ高効率に行うことができる。

【0157】

なお、図13にLDパッケージ22が一体に有する光学素子の各種構成例を例示する。概略的には、図13(a)は埋め込み型フレネルレンズなる光学素子56、図13(b)は単純凹又は凸形状なる光学素子57(図示例は凸形状)、図13(c)は屈折率分布形構

50

成の光学素子 58、図 13 (d) は光ファイバ又は導波路構成の光学素子 59、図 13 (e) は光ファイバ 59 の LD 2 側をアクリレート系のゲル 60 により構成した例、図 13 (f) は光ファイバ 59 の外部放出側をアクリレート系のゲル 60 により構成した例、図 13 (g) は凹凸からなる体積位相変化型ホログラム、或いは、高分子からなる体積屈折率変調又は、屈折率分布型表面マイクロレンズによる光学素子 61、図 13 (h) は上部の光束の放出側を光学素子 62 を含む別部品 63 とした例、図 13 (i) はテーパ構造とした光学素子 64 (中は光屈折率材料である以外に、テーパに反射鏡を自作した中空テーパでもよく、或いは、中に高屈折率のゲル材料を充填させてもよい)、図 13 (j) はこのテーパ構造の光学素子 64 上部に凸レンズなる光学素子 65 を付加して 2 重のレンズ効果を持たせた例、図 13 (k) は空気層 66 を有する逆凹型レンズにより光学素子 67 の例を示す。

10

【0158】

図 13 に例示する各光学素子に関して、その直径は 10 ~ 500 μm が好ましく、より好ましくは 50 ~ 250 μm である。図 13 (d) (e) (f) のケースにおいて直径が 50 ~ 62.5 μm の場合においては、GI マルチモードファイバのコアと近接させることにより、高効率で直接光結合することができる。また、図 13 に例示する各光学素子に関して、光学素子の直径が 125 ~ 500 μm の場合は、LD 2 からの光束を略平行光とすることにより、アライメントトレランスの大きい光結合を行うことができる。

【0159】

次に、個別に説明する。図 13 (a) に示す埋め込み型フレネルレンズなる光学素子 56 は、 $n = 1.46$ の低屈折率のエポキシ材料に $n = 1.70$ の高屈折率のエポキシ材料を埋め込んだ形状として構成されている。これにより、約 15 度 (片側約 5 度) の発散角を有する光出力 1 mW の LD 2 のレーザ光を略平行光束とすることができる。ここで、「略平行」とは 5 度以下の発散角度のことである。略平行光束としないまでも、最初の発散角を 7 度以下と小さくすることができる。これにより、モールドの外部の光学素子の光結合を容易にすることができる。このフレネルレンズは、複数設けてもよいし、埋め込み構造とせず表面凹凸形状として形成してもよく、また、他の光学素子をさらに設けてもよい。

20

【0160】

また、エポキシ樹脂に代えて、使用する光の波長帯域の透過率が必要な光量を確保できる範囲で、アクリル樹脂、シロキサン樹脂、イミド樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエーテル樹脂、液晶ポリマー等を用いてもよい。また、樹脂は、光硬化、熱硬化により形状形成してもよいし、押し出し成形又は射出成形により形成してもよい。さらには、全体を硬化させた後にフォトリソングにより、屈折率を変化させる部分を光照射により選択的に作製してもよい。また、埋め込み部分のみ、弾性率を低くして、膨張係数差による高温時の変形を低減させると同時に、外部の光学素子の光結合の際に密着させて空気界面による反射を低減させてもよい。空気界面による反射低減には、単層又は多層膜や、フォトリソング結晶反射防止膜、さらには空気界面への埃付着防止のために、帯電防止膜等を付加することも効果的である。

30

【0161】

さらに、これらを複合して用いてもよい。また、波長の散乱特性により、使用する光の帯域の必要量や波面収差又はモード特性及び必要な透過率が確保できる範囲で、微粒子又はフィラーを分散した粒子分散型樹脂を用いてもよい。この微粒子としては、大きさが使用する波長以下であることが好ましい。さらに、この微粒子を制御することにより、熱膨張係数を面発光レーザ又は銅又はシリコンチップ又は PD の何れかの 20% 又は 10 ppm / 以内の何れかの膨張係数とすることが好ましい。20% 以上の膨張係数であると、使用時又はリフロー時に反りが生じて、クラック、位置ずれ等の不良が生じやすい。また、銅又はシリコンと 10 ppm 以上の膨張係数であると、シリコンや銅との密着性が低下して、これも不良が生じやすい。

40

【0162】

50

また、混合した微粒子の屈折率を利用して、有効屈折率を変化させることにより、フレネルレンズを形成してもよい。さらに、これらの微粒子によりフォトニック結晶を形成し、有効屈折率を変化させてもよい。フォトニック結晶による負の屈折率を利用してもよい。

【0163】

図13(b)に示す単純凹又は凸形状による光学素子57は、エポキシ樹脂をモールド成形してなる。このとき、凸形状の凸部分を、MCMパッケージ23の部分よりも突出しない構成とすることにより、凸形状が接触による損傷を防止することができる。他の光学素子においても同様である。

【0164】

図13(c)に示す屈折率分布形構成の光学素子58は、アクリレートからなるゲル状態の拡散係数の大きい材料に外部から屈折率増加のための色素材料を拡散して屈折率分布を設けた後に、光硬化して屈折率分布を固定してもよく、また、フォトリソ材料を用いて外側と内側の光照射の光強度を変化させることにより屈折率分布を形成してもよい。さらには、ガラス材料を用いて、イオン拡散により形成してもよい。

【0165】

図13(d)に示す光ファイバ又は導波路構成の光学素子59は、高い屈折率材料でコア部を形成している。高い屈折率部分は材料組成又は複合材料混合比を変化させることにより実現される。光ファイバ又は導波路構成は、屈折率分布によって形成してもよく、また、フォトニック結晶によって形成してもよい。さらには、別に作製したファイバ又は導波路を埋め込んで形成してもよい。

【0166】

図13(e)に示す光学素子59, 60は、LD2の結合部分に予めゲルからなる材料で凸形状を作製後に、光ファイバ59を埋め込んだモールド成形した光学樹脂を設けたものである。LD2と電氣的に接合するワイヤボンダ(図示せず)がモールド成形される樹脂を流し込むときに変形されないでよいので、より高粘度のモールド成形のための樹脂を用いることができる。モールド材料の一部、より具体的には、下部、上部、側面部、又は芯となる部分別に形成した素子を用いて一体化してもよい。アクリレート系のゲルではなく、シロキサン系のゲル又はエラストマーを用いてもよく、高弾性の光硬化又は熱硬化の低弾性原材料からなる材料を用いてもよい。

【0167】

図13(f)に示す光学素子59, 60は、光ファイバ又は導波路59構成とその先端の凸形状の光学素子60とを複合してなるものであり、先端の凸形状により、光ファイバ又は導波路からの出射光の光束を狭くすることにより外部の光素子との光結合効率を向上させることができる。また、先端の凸形状が外部の光学素子と接触することにより変形することで、空気界面による界面ロスを低減することができるようになる。

【0168】

図13(g)に示す光学素子61は、その一例として、凹凸による体積位相変化型ホログラムや、高分子からなる体積屈折率変調ホログラムであり、何れも所定の波長の光を回折させ正又は負の方向に偏向をすることができる。体積位相変化型ホログラムとしては、ブレイズ又はバイナリホログラムであることが好ましいが、正弦形状又は矩形形状の負ホログラムであってもよい。この他、当該光学素子61としては、その上部に屈折率分布構造を有する平板レンズとしてもよい。この場合、フォトリソ材料を用いて上部から中央部に光を照射した場合に、その吸収により内部まで光が同じ光量で到達しないことを利用して、屈折率分布をつけることができるようになる。

【0169】

図13(h)に示す例は、モールド材料の上部に光学素子62を有する別部材63を一体化したものであり、この場合は、光学素子62としては凹形状を有する低屈折率材料に高屈折率材料を埋め込んだ構成とされており、正のパワーを有する。ホログラムやフレネルレンズ等を光学素子62として別部材63で予め形成した後に、一体化してもよい。

【0170】

10

20

30

40

50

図13(i)に示すテーパ構造の光学素子64は、そのテーパ内に光屈折率材料を充填させる他、テーパ面に反射鏡を形成した中空テーパでもよく、或いは、中に高屈折率のゲル材を充填することでこのテーパに挿入した別の光学素子との空気界面の接触による反射を低減させるようにしてもよい。テーパ構造によれば、ビームサイズを変換できると同時に、テーパに挿入した別の光学素子のアライメントを容易にすることができる。図13(j)はこのテーパ構造の上部に凸レンズ構造の光学素子65を付加したものであり、2重のレンズ効果を持たせることもでき、またこの凸形状自体を変形量の多い材料とすることにより、別の光学素子との接触で変形させて空気界面の反射を低減することもできる。

【0171】

図13(k)においては、空気層66を有する逆凹型レンズによる光学素子67であり、これにより、LD2のワイヤボンディングをモールド樹脂と接触させることが不要となるので、良好な電氣的接続を行うことができるようになる。この空気部分は、使用しない側面部から保護用の金型を挿入することにより形成できる。また、複数のピラー状のモールド部材を接合してもよい。

10

【0172】

[第十一の実施の形態]

本発明の第十一の実施の形態を図14に基づいて説明する。図14は本実施の形態のアレイ構造の光電変換素子パッケージ71の構成例を示す概略断面図及び概略平面図である。この光電変換素子パッケージ71は、図14(a-1)(a-2)に示すようなアレイ構造として複数本の透明なコア72とその周囲の不透明なクラッド73とからなるモールド構成の光ファイバ74なる光学素子に対して、その一端に図14(b-1)(b-2)に示すようにコア72位置に対応させて各々両側に電気配線75を設け(プリントし)、図14(c-1)(c-2)に示すように各コア72位置に対応させてLD2を配置させて対応する電気配線75に対して電氣的に接続し、このように形成された塊をLDパッケージ(パッケージA)76とし、図14(d)に示すように、上下逆さにしてプリント基板(又は、インターポーザ基板)77上にバンブ78により実装配線し、その周囲にアンダーフィル剤79を充填することにより、当該アンダーフィル剤79部分によりMCMパッケージ(パッケージB)80としてもよい。

20

【0173】

即ち、光学素子(光ファイバ74)に電気配線75を設け、それにLD2やPD等の光電変換素子を実装させる構成例である。即ち、図13(a)~(k)等に示した光学素子は、予めその一部がモールド形成又は単に成形された光学素子に、面発光レーザ又はPD等の光電変換素子を実装することにより形成した構成が好ましい。さらに、このモールド形成された光学素子の一部に、電気配線をプリントすることによりこの光学素子に対して電氣的な接続を行い、このモールドに形成した電気配線を、別の基板に設けた電気配線と電氣的に接続を行うことがより好ましい。これは、光学素子に直接光電変換素子を実装するので、高精度に光実装できることとなり、高い光結合効率を実現することができる。さらに、同時に電気実装もできるので、高周波特性を改善することができる。また、前工程として予め基板と別部品として光学素子とを形成しておくことができるので、後工程としての制約のない、高精度、高機能の光学素子を形成することができる。

30

40

【0174】

[第十二の実施の形態]

本発明の第十二の実施の形態を図15に基づいて説明する。図15は本実施の形態の光電変換素子パッケージ81の構成例を示し、(a)は概略縦断側面図、(b)は概略縦断正面図である。本実施の形態は、基本的には第九の実施の形態に準ずるものであるが、基板25上に複数の面発光レーザを有するLDアレイ83と複数の受光素子を有するPDアレイ84とを一体に透明材料でモールドしたLD&PDパッケージ(パッケージA)85が各々のLD、PDに対応させて光学素子52をアレイ状に有する構造とされている。各光学素子52は埋め込み型の凸構造53を有し、この上部は平面形状の露出面22aとされている。

50

【 0 1 7 5 】

これにより、各光学素子 5 2 は、L D 対応部分ではその発散レーザ光を平行光として出射させ、P D 対応部分では平行光としての入射光を各 P D に向けて収束光として収束させる機能を果たす。

【 0 1 7 6 】

本実施の形態においては、光学素子 5 2 がアレイ配列されているので、複数の光電変換素子からなる L D アレイ 8 3 や P D アレイ 8 4 とのアライメントを簡単にすることができる。これにより、伝送帯域を容易に増加し、大容量のデータの送受信が可能なアレイ構造の光電変換素子パッケージ 8 1 を提供することができる。

【 0 1 7 7 】

[第十三の実施の形態]

本発明の第十三の実施の形態を図 1 6 に基づいて説明する。図 1 6 は本実施の形態の光電変換素子パッケージ 8 6 の構成例を示し、(a) は概略縦断側面図、(b) は概略縦断正面図である。本実施の形態は、基本的には第九の実施の形態に準ずるものであるが、L D パッケージ 2 2 において、光電変換素子として複数、例えば 3 つの L D を有する L D アレイ 8 7 が設けられ、かつ、各 L D 毎に光学素子としてのレンズ 8 8 を一体に有するパッケージ構造とされている。ここに、接近配置の L D の配列ピッチに対して、両側のレンズ 8 8 に対してはミラー 8 9 , 9 0 を経る折り曲げ光路設定により、レンズ 8 8 側の配列ピッチは広めとされている。即ち、例えば 3 つの光電変換素子である L D に対して複数のミラー 8 9 , 9 0 と 3 つの光軸及びその高さを異ならせて配置したレンズ 8 8 とからなり、ミラー 8 9 , 9 0 によりその光軸間隔を広げ、さらにレンズ 8 8 により発散光を収束光としている。

【 0 1 7 8 】

これにより、隣接する光束の重なりを低減させることができるので、伝送路のクロストークを低減させることができると同時に、複数の光コネクタを簡単に接続可能な、光電変換素子パッケージ 8 6 を提供することができる。この光軸間隔を広げる手段としては、ミラー以外に、導波路、フォトニック結晶、プリズム等でもよい。

【 0 1 7 9 】

[第十四の実施の形態]

本発明の第十四の実施の形態を図 1 7 に基づいて説明する。本実施の形態は、前述したような各種実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法に関するものであり、その一例として、光電変換素子パッケージ 2 4 の作製方法への適用例を示す。

【 0 1 8 0 】

まず、図 1 7 (a) に示すように、シリコン基板 2 5 を実装基板として L D 2 を A u S n 接合により電気的接合かつダイボンドする。次に、図 1 7 (b) に示すように、上部電極をワイヤボンディング 6 により電気的接合した後に透明樹脂材料のモールドにより L D パッケージ (パッケージ A) 2 2 を作製する。次に、図 1 7 (c) に示すように、電子回路素子となる駆動用ドライバを有する L S I 5 と L D パッケージ (パッケージ A) 2 2 とを M C M 基板 7 上に実装し、図 1 7 (d) に示すように不透明樹脂材料のモールドにより M C M パッケージ (パッケージ B) 2 3 を作製する。このとき、L D パッケージ (パッケージ A) 2 2 の露出面 2 2 a は外部に露出させたままとする。

【 0 1 8 1 】

図 1 7 においては、光電変換素子、例えば L D 2 をモールドによる L D パッケージ (パッケージ A) 2 2 として封止する場合に、光実装の精度、より具体的には 1 0 μ m 以内の精度で成形することにより、後工程となる M C M 基板 7 への実装に際しては、予め光電変換素子、例えば L D 2 は予め透明樹脂からなるモールドによる L D パッケージ (パッケージ A) 2 2 として封止され位置決めされているので、通常の電気実装と同程度の実装精度で、ダイボンドとワイヤボンド又はフリップ実装等を行うことができ、簡単に M C M を形成することができる。

【 0 1 8 2 】

10

20

30

40

50

このLDパッケージ(パッケージA)22は、別部品として構成されているので、予め光学的な特性や電気的な特性をテストすることができ、これにより不良品の光電変換素子及びLDパッケージ(パッケージA)22を選別できるので、同時にMCM実装する際のLSIの無駄、MCM実装工程自体の無駄を省くことができ、大幅な低コスト化を図れる。また、光電変換素子、例えばLD2を予め封止しているのので、その封止した表面(露出面22a)から直接、光を入射させることが簡単にできる。つまり、通常のマルチチップモジュールにおける電気実装精度と同様なアライメントトレランスの大きい部品実装が可能な作製方法となる。

【0183】

[第十五の実施の形態]

本発明の第十五の実施の形態を図18に基づいて説明する。本実施の形態も、前述したような各種実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法に関するものであり、その一例として、光電変換素子パッケージ24の作製方法への適用例を示す。

【0184】

基本的な作製工程は、第十四の実施の形態の場合と同様であるが、本実施の形態の作製方法では、図18(c)に示すように作製されたLDパッケージ(パッケージA)22に対して、図18(d)に示すようにその露出面22aを被覆物、例えば粘着テープ91で被覆し、そのまま図18(e)に示すようにMCMパッケージ(パッケージB)23を作製し、最終的に図18(f)に示すように粘着テープ91を除去するようにしたものである。

【0185】

即ち、本実施の形態においては、MCMパッケージ(パッケージB)23を作製する際、又は、MCMパッケージ(パッケージB)23をプリント基板(図示せず)にフラックス入りのリフコ基板で半田付けする場合、又は、このMCMパッケージ(パッケージB)23周辺の電気的コネクタ等に組み付け工程を行う場合等において、この粘着テープ91をLDパッケージ(パッケージA)22の露出面22aに付着させたままの状態で行う(図18(d)~(e))。その後、別の光学素子又は光コネクタをこのLDパッケージ(パッケージA)22と光結合させる直前にこの粘着テープ91を剥がし(図18(f))、この後に光結合を行わせる。

【0186】

これにより、LDパッケージ(パッケージA)22の光を入射する露出面22aが作製工程で汚染されたり傷つけられたりすることによる光損失の増大を減少でき、通常の電気実装の場合のMCMと同様の封止、半田実装、コネクタ組み付け等を行うことができる。

【0187】

図18において、粘着テープ91は、ゴム材料や粘着材料のみでもよく、塗工膜でもよい。また、平板部品やブロック部品を圧着させてもよい。被覆物としては、ポリイミド、フッ素化ポリエーテル、液晶ポリマー、エポキシ、テフロン(登録商標)、ポリシラン、シロキサン等の耐熱性に優れる材料をそのまま又は溶媒や可塑剤を含んだ状態、又はゲル状態かゴム状態が好ましいが、アクリル、ポリカーボネート等の耐熱性に劣る材料でも、パッケージAの形状が必要な収差以下に保たれるなら構わない。

【0188】

[第十六の実施の形態]

本発明の第十六の実施の形態を図19に基づいて説明する。本実施の形態も、前述したような各種実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法に関するものであり、その一例として、光電変換素子パッケージ24(パッケージAは図13(b)のタイプ)の作製方法への適用例を示す。

【0189】

まず、図19(a)に示すように、シリコン基板25を実装基板としてLD2をAuSn接合により電気的接合かつダイボンドする。次に、図19(b)に示すように、上部電極をワイヤボンディング6により電気的接合した後に透明樹脂材料のモールドによりLDパ

10

20

30

40

50

パッケージ（パッケージA）22を作製する。この時、その上部に例えば凸レンズからなる光学素子57を同時に作製する。次に、図17（c）に示すように、電子回路素子となる駆動用ドライバを有するLSI5とLDパッケージ（パッケージA）22とをMCM基板7上に実装し、図19（d）に示すように不透明樹脂材料のモールドによりMCMパッケージ（パッケージB）23を作製する。このとき、LDパッケージ（パッケージA）22の露出面22a（凸レンズからなる光学素子57の上端部分）は外部に露出させたままとする。

【0190】

図19においては、光学素子57を、予め光電変換素子、例えばLD2に対する透明樹脂からなるモールドによるパッケージ化において光学素子57との位置関係を高精度にして光実装して固定しているため、通常の電気実装と同程度の実装精度で、ダイボンディングとワイヤボンディング又はフリップ実装等を行うことができ、簡単にMCMを形成することができる。

10

【0191】

例えば、放出光に関して別の光結合が必要な光学素子が、シングルモードファイバ（図示せず）である場合、光結合のためのレンズの光軸と光電変換素子のずれは1μm以内であることが、1～2dB以内の損失にするためには好ましい。このため、この高精度実装又は高精度成形が必要となる。この高精度実装又は高精度成形を、MCMパッケージ23に対して小さなパッケージとして、予めシリコン基板25に固定した光電変換素子、例えばLD2に対して行うことにより、MCMパッケージ23として高精度に実装又は成形するよりも、非常に簡単にできる。また、パッケージを作製した後の、後工程としてのプリント基板に対して半田付けする場合においても、このLDパッケージ（パッケージA）22は、MCMパッケージ23となるパッケージBの中に含まれているため、熱的な損傷を受けにくくなるため、信頼性も向上する。

20

【0192】

[第十七の実施の形態]

本発明の第十七の実施の形態を図20に基づいて説明する。本実施の形態も、前述したような各種実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法に関するものであり、その一例として、光電変換素子パッケージ24（パッケージAは図13（a）のタイプ）の作製方法への適用例を示す。

【0193】

即ち、基本的には図19に示した場合と同様な作製工程をとるが、LDパッケージ（パッケージA）22の状態において凸形状からなる光学素子57に代えては、空気中で凹レンズに相当するフレネルレンズ56aを形成し（図20（b））、さらにその凹部分に高屈折率材料56bを埋め込み（図20（c））、埋め込み型フレネルレンズによる光学素子56を同時に作製する。この時、表面＝露出面22aを略平面化する。埋め込み型のフレネルレンズなる光学素子56の凹相当の形状は、低屈折かつ耐熱性の高いポリイミド系材料からなる材料をモールド成形にて形成した後、300℃に加熱して成形し、次に高屈折率のエポキシ系材料56bを充填してもよい。

30

【0194】

[第十八の実施の形態]

本発明の第十八の実施の形態を図21に基づいて説明する。本実施の形態も、前述したような各種実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法に関するものであり、その一例として、光電変換素子パッケージ24（パッケージAは図13（i）のタイプ）の作製方法への適用例を示す。

40

【0195】

まず、図21（a）に示すように、シリコン基板25を実装基板としてLD2をAuSn接合により電氣的接合かつダイボンディングする。次に、図21（b）に示すように、上部電極をワイヤボンディング6により電氣的接合した後に透明樹脂材料のモールドによりLDパッケージ（パッケージA）22を作製する。この時、パッケージ材料は可視又は赤外領域で透過性を有するフォトリソグラフィック材料を用いる。次に、図21（c）に示すように

50

、対物レンズ92によりレーザ光93を集光してLDパッケージ(パッケージA)22に照射し、このレーザ光照射によって生じるフォトリソングによりLDパッケージ(パッケージA)22中に高屈折率のコア94が光学素子64として作製される。この後は、前述の場合と同様に、図21(d)のように電子回路素子となる駆動用ドライバを有するLSI5とLDパッケージ(パッケージA)22とをMCM基板7上を実装し、図21(e)に示すように不透明樹脂材料のモールドによりMCMパッケージ(パッケージB)23を作製する。このとき、LDパッケージ(パッケージA)22の露出面22a(光学素子64の上端部分)は外部に露出させたままとする。

【0196】

図21においては、フォトリソングする際に、LDパッケージ(パッケージA)22の透明樹脂を通して、光電変換素子、例えばLD2の位置を直接顕微鏡により確認して、所定部分にレーザ光を照射できるので、非常に高精度なアライメントを行って作製することができる。また、材料としては、アルキル側鎖を有するポリシラン、ポリシロキサン、炭化水素等を用いることができる。これらの膨張係数は、一般には、シリカ粒子を混合したエポキシ樹脂の20ppm/℃に対して大きいため、MCMパッケージ23自体の封止材料として用いた場合には、高温時に光電変換素子、例えばLD2のみならず、MCMパッケージ23内のLSI5にもストレスを引き起こし、信頼性の低下につながる。しかし、MCMパッケージ23としての一部の部材にのみ、比較的大きな膨張係数の材料を用いているので、熱に対する信頼性をより向上することができる。

【0197】

なお、本実施の形態の作製方法に関して、光学素子64の作製は、LDパッケージ(パッケージA)22単独の段階で行わず、図22(d)に示すように、最終的にモールドによりMCMパッケージ(パッケージB)23を作製した後の段階で、図22(e)に示すように行ってもよい。

【0198】

この場合も、フォトリソングする際に、LDパッケージ(パッケージA)22の透明樹脂を通して、光電変換素子、例えばLD2の位置を直接顕微鏡により確認して、所定部分にレーザ光を照射できるので、非常に高精度なアライメントを行って作製することができる。また、図22の場合、最終工程として高精度のアライメントを行っているため、モールドによるMCMパッケージ23の作製の際の位置ずれが生じることがなく、より高精度な実装を実現でき、光結合の結合効率に対する信頼性をより向上させることができる。

【0199】

[第十九の実施の形態]

本発明の第十九の実施の形態を図23に基づいて説明する。本実施の形態は、前述した各実施の形態のような光電変換素子パッケージをコネクタ部品的一方とする光コネクタへの適用例を示す。その一例として、本実施の形態は、例えば図12に示したような光電変換素子パッケージ51を一方のコネクタ部品とし、集光レンズ101及び集光レンズ101により集光された光が入射する光ファイバ102を有する他方のコネクタ部品103と光結合される光コネクタ104に関する。

【0200】

図23は光コネクタ104の構成例を示す概略断面図である。ここに、光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51中のLDパッケージ22部分とコネクタ部品103は、LDパッケージ22側が凸部105とされコネクタ部品103側が凹部106とされて互いに係脱自在に嵌合し合う機械的位置決め機構107が構成されている。

【0201】

図23において、LD2が設けられた光電変換素子パッケージ51自体が一方のコネクタ部品となり、これに光ファイバ102を設けたコネクタ部品103とを密着させることにより、光コネクタ104が形成される。これにより、LD2からの放出光を光ファイバ102に挿入させることができる。このとき、光電変換素子パッケージ51のLDパッケージ22部分として露出している凸部105部分を、当該光電変換素子パッケージ(コネク

10

20

30

40

50

タ部品) 51の上面としているので、LD2に対する光軸垂直方向のアライメントを面合わせにより簡単に実現することができる。

【0202】

さらに、図23において、光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51に凸部105を設け、他方のコネクタ部品103に凹部106を設けているので、これらのコネクタ部品51, 103間の面方向の位置合わせできる。このとき、光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51のLDパッケージ22に凸部105を設けることによりこの位置合わせを高精度に実現することができる。また、コネクタ部品103の凹部106により光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51側の凸部105を挟み込むことにより固定手段とすることもできる。

10

【0203】

また、LD2の場合に限らず、PDを設けた光電変換パッケージの場合も同様である。LDとPDとを同時に設けてもよい。このとき、LDとPDとではその光学的な大きさ、適正NAが異なるので、集光レンズの焦点距離、レンズと光電変換素子との距離等を異ならせて、最適な設計とすることが好ましい。

【0204】

ところで、特に図示しないが、これらのコネクタ部品51, 103に各々、銅製の良熱伝導体を埋め込み、その一部を各々のコネクタ部品51, 103が接する面に露出させ、かつ、光コネクタ104として接合させた場合に、これらの露出面が直接又は別の良熱伝導体を介して接触する部分を設けるように構成してもよい。このような構成によれば、光電変換素子パッケージ51であるコネクタ部品の熱をコネクタ部品103側に放出することにより、熱冷却効果を向上させることができる。良熱伝導体としては、パッケージ又はコネクタ材料であるプラスチック又は高分子よりも良熱伝導体であればよく、金属、セラミックス、カーボン等が好ましい。また、コネクタ部品103側の良熱伝導体としては、穴部を設けて空気としてもよい。

20

【0205】

[第二十の実施の形態]

本発明の第二十の実施の形態を図24に基づいて説明する。本実施の形態も第十九の実施の形態の場合と同様な光コネクタ108への適用例を示す。基本的には、前述の実施の形態の場合と同様とであるが、本実施の形態では、光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51中のMCMパッケージ23部分とコネクタ部品103は、コネクタ部品103側がフック109を有しMCMパッケージ23側がフック109が係脱する凹凸構造110を有して互いに係脱自在に嵌合し合う機械的位置決め機構が構成されている。

30

【0206】

図24において、コネクタ部品103側に設けたフック109と、光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51に設けた凹凸構造110とを機械的に噛み合わせることにより、光コネクタ108として強力な固定を行うことができる。さらに、コネクタ部品103側のフック109の内側若しくは別に設けた凹構造の形状と、光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51の外側の形状とを噛み合わせることにより、水平方向のアライメントをより精度よく行うこともできるようになる。また、フック109の形状を最適にすることにより、フック109の噛み合わせ力により、コネクタ部品51, 103同士を強く密着させることができるので、コネクタ部品51, 103同士の光軸方向の位置合わせをより精度よく行うことができる。

40

【0207】

また、光電変換素子パッケージ51は光電変換素子、例えばLD2を封止するために、通常はその厚みが3mm以下であり、通常の装置を用いてフック構造のような複雑な構造を設けることが難しいが、図24においては、当該光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51側には、凹凸構造110だけ設ければ良いので、通常のパッケージプロセスにより簡単に製造することができる。

【0208】

50

[第二十一の実施の形態]

本発明の第二十一の実施の形態を図 25 に基づいて説明する。本実施の形態も第十九、二十の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 111 への適用例を示す。

【 0209 】

図 25 は光コネクタ 111 の構成例を示し、(a) は縦断正面図、(b) は縦断側面図である。本実施の形態の光コネクタ 111 を構成する一方のコネクタ部品としての光電変換素子パッケージは光電変換素子パッケージ 51 に準じた構成のアレイ構造 (面発光素子 2、光学素子 52 を複数有する) の光電変換素子パッケージ 51 であり、他方のコネクタ部品もコネクタ部品 103 に準じた構成のアレイ構造 (レンズ 101、光ファイバ 102 を複数有する) のコネクタ部品 103 とされている。

10

【 0210 】

ここに、コネクタ部品 103 側においてはレンズ 101 並び方向の両側に位置させて先端半球状のピン 112、光電変換素子パッケージ (コネクタ部品) 51 側においては光学素子 52 の並び方向の両側に位置させてピン 112 に対応する断面 V 字状の穴構造 113 が形成され、これらのピン 112 と穴構造 113 との係脱自在な係合関係により機械的位置決め機構 114 が構成されている。

【 0211 】

図 25 において、コネクタ部品 51、103 同士を密着させる際、コネクタ部品 103 側のピン 112 を、光電変換素子パッケージ (コネクタ部品) 51 の穴構造 113 部分に係合させることにより、光軸方向に対して垂直方向の面内に対して、非常に高精度の位置合わせを行うことができる。コネクタ部品 51、103 同士を密着させた後は、接着材を用いて固定してもよく、或いは、別途図 24 に示したようなフック 109 と凹凸構造 110 とからなる位置決め・固定構造を用いて固定するようにしてもよい。

20

【 0212 】

また、光電変換素子パッケージ 51 は光電変換素子、例えば LD2 を封止するために、通常はその厚みが 3 mm 以下であり、通常は凸部を設けることが難しいが、図 25 においては、当該光電変換素子パッケージ (コネクタ部品) 51 側には、穴構造 113 だけ形成すれば良いので、通常のパッケージプロセスにより簡単に製造することができる。

【 0213 】

[第二十二の実施の形態]

本発明の第二十二の実施の形態を図 26 及び図 27 に基づいて説明する。本実施の形態も第十九～第二十一の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 115 への適用例を示す。

30

【 0214 】

図 26 は光コネクタ 115 中の光電変換素子パッケージ 51 側の構成例を示す概略斜視図、図 27 は光コネクタ 115 の縦断側面図である。本実施の形態の光コネクタ 115 は、基本的には図 25 に示した光コネクタ 111 に準ずるものである。ここに、本実施の形態では、コネクタ部品 103 側においてはピン 112 に代えてガイドピン 116 が埋め込んで設けられ、光電変換素子パッケージ (コネクタ部品) 51 側にあっては断面 V 字状の浅い穴構造 113 に代えて LD パッケージ 22 及び MCM パッケージ 23 のモールド樹脂部分で共通な位置に形成された穴構造 117 が形成され、これらのガイドピン 116 と穴構造 117 との係脱自在な係合関係により機械的位置決め機構 118 が構成されている。このため、本実施の形態の LD パッケージ 22 は図 27 に示すように上下方向において MCM パッケージ 23 とのオーバーラップ部分を持つように全体的に凸形状として形成されている。

40

【 0215 】

即ち、本実施の形態においては、穴構造 117 が、LD パッケージ 22 と MCM パッケージ 23 との一部で、互いに共通の位置に形成されており、これにより、LD2 に対する位置決めを LD パッケージ 22 に形成された穴構造 117 a により高精度に実現し、この穴構造 117 a と共通の位置に形成された MCM パッケージ 23 の穴構造 117 b で強度を実現することができる。よって、光コネクタ 118 としての機械的信頼性を向上させるこ

50

とができる。また、MCMパッケージ23のガイド穴構造117b自体も高精度に作製した場合には、より高精度にすることもできる。

【0216】

なお、本実施の形態において、光電変換素子パッケージ(コネクタ部品)51側には穴構造117を図28及び図29に示すようにMCMパッケージ23の一部を構成するMCM基板7を貫通する貫通穴として形成し、ガイドピン116がMCM基板7部分の穴構造117cまで係合するようにしてもよい。これによれば、MCMパッケージ23及びMCM基板7に形成された穴構造117b, 117cにより、より大きな強度を実現することができ、光コネクタ115としての機械的信頼性をより向上させることができる。

【0217】

このとき、図29に示すようにMCMパッケージ23が実装されるプリント基板35にも穴構造117に対応する位置に穴119を形成してもよい。MCMパッケージ23、MCM基板7に形成された穴構造117b, 117c及びプリント基板35に形成された穴119により、より大きな強度を実現することができ、光コネクタ115としての機械的信頼性をより向上させることができる。

【0218】

このとき、プリント基板35に形成する穴119を、他より大きくしておいてもよい。このとき、図28のようなケースでプリント基板35に穴119を形成していない場合には、ガイドピン116がプリント基板35に突き当たることを防ぐために、MCMパッケージ23とプリント基板35との隙間は一般にはバンプハンダであれば300 μ m以内であり、部品公差及び組み付け公差分だけガイドピン116の長さを短くする必要があり、公差を小さくして作製すると高コストとなってしまう、場合によってはMCMパッケージ23を貫通していない場合も生じ得る。この点、図29に示すように、プリント基板35に穴119を貫通させて形成しておくことにより、ガイドピン116の長さを従来よりプリント基板35の厚さ以上に長くできるため、MCMパッケージ23を完全に貫通することにより、十分な強度を実現することができるようになる。

【0219】

[第二十三の実施の形態]

本発明の第二十三の実施の形態を図30に基づいて説明する。本実施の形態も第十九～第二十一の実施の形態の場合と同様に光コネクタ121への適用例を示す。

【0220】

本実施の形態の光コネクタ121は、その一例として、図23等に示した場合と同様に、例えば図12に示したような光電変換素子パッケージ51を一方のコネクタ部品とする場合への適用例を示す。図30は光コネクタ121の構成例を示す概略断面図である。本実施の形態では、LDパッケージ22の露出面22aとコネクタ部品103との間に、低弾性体の材料からなる光学素子122が付加されている。

【0221】

即ち、図30(a)に示すように、コネクタ部品51, 103間に弾性定数の小さい低弾性体材料からなる光学素子122を設置し、図30(b)に示すように、これらのコネクタ部品51, 103を密着させて圧力を加えた場合、低弾性体材料からなる光学素子122が圧力により弾性変形して、コネクタ部品51, 103は互いの光コネクタ面に沿って密着する。これにより、コネクタ部品51, 103間に存在する空気層を除外でき、コネクタ部品51, 103における端面反射や端面損失を低減させた光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタ121を提供することができる。

【0222】

ここに、光学素子122の弾性定数としては 10^8 dyn/cm³以下が好ましい。より好ましくは、 10^6 dyn/cm³以下である。また、光学素子122を繰り返し利用するに場合は、弾性定数が小さすぎても容易に可逆変形可能領域外まで変形してしまうので、この場合には、 10 dyn/cm³以上が好ましく、より好ましくは 10^3 dyn/cm³以上である。

10

20

30

40

50

【 0 2 2 3 】

弾性定数が小さい材料としては、高分子化合物、ゴム弾性体材料、ゲル材料が好ましい。高分子化合物としては、ガラスやセラミックスや金属よりも弾性定数の小さいものであれば構わない。高分子化合物として、より具体的には、ポリカーボネート、ポリアクリレート、フッ素化ポリアクリレート、ポリイミド、ポリエーテル樹脂、フッ素化樹脂等がある。これらの中で、透明性を有し、散乱が小さいものが好ましい。これらは、散乱が小さければ、高分子化合物に無機微細粒子を混合した複合体材料であってもよい。

【 0 2 2 4 】

これらの弾性定数が小さい材料は、変形量が大きい材料でもあり、具体的には、その変形量が厚みに対して - 6 6 % であることが好ましく、より好ましくは - 5 ~ - 5 0 % である。この厚みに対する変形量は、光コネクタ 1 2 1 を組み付けた状態の圧力 1 N から 2 0 N の範囲内において、最初の厚みの最大部分がその厚みを減じる割合としての量である。これらが大きいほど、光コネクタの面と密着しやすいが、あまり大きい場合には、変形に伴う変形と横方向ストレスが生じて位置ズレの原因となるので、元の材料の - 5 0 % 以内としておくことにより、ストレスを小さくすることがより好ましい。しかしながら、平均的な厚みとしては変形量は - 2 ~ 3 0 % 以内であることが好ましい。変形量が大きくとともに、これ以上に厚みに対して変化する場合には、その弾性定数が小さい変形量の大きい材料の面積が増大し、長さで 2 0 % 以上も増大すると、弾性体が他の部分と接触してしまう場合が生じやすい。

【 0 2 2 5 】

光学素子 1 2 2 として粘度が小さい材料としては、粘度が 5×10^6 c P 以下の材料が好ましく、より好ましくは 5×10^5 c P 以下である。また、光学素子 1 2 2 を繰り返し利用するに場合は、自己流動性を有している液体的な特性のものではなく、固体的な特性を有しかつ粘度が小さいものが好ましく、弾性定数が小さすぎても容易に可逆変形可能領域外まで変形してしまうので、この場合には、 1×10^5 c P 以上が好ましい。

【 0 2 2 6 】

ゴム弾性体材料としては、シロキサン系エラストマやフッ素系エラストマがよく、より好ましくは、シロキサン系エラストマである。

【 0 2 2 7 】

[第二十四の実施の形態]

本発明の第二十四の実施の形態を図 3 1 に基づいて説明する。本実施の形態も第二十三の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 1 2 3 への適用例を示す。

【 0 2 2 8 】

本実施の形態の光コネクタ 1 2 3 は、基本的には、図 3 0 に示した光コネクタ 1 2 1 の場合に準ずるものであるが、低弾性体の材料からなる光学素子 1 2 4 が予め、光電変換素子パッケージ (コネクタ部品) 5 1 における LD パッケージ 2 2 の上部に形成されている。光学素子 1 2 4 としては、光学素子 5 2 となるレンズ上に、ゆるやかな凸形状を有するシロキサン系ゴム原材料を触媒硬化することで形成している。

【 0 2 2 9 】

図 3 1 においては、光ファイバ 1 0 2 側のコネクタ部品 1 0 3 を光電変換素子パッケージ (コネクタ部品) 5 1 に圧着させる際に、光学素子 1 2 4 が LD パッケージ 2 2 の上部に形成されているので、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 の圧着時に、別部品を隙間に挿入する必要がないので、通常と同様の簡単な密着操作のみで、空気界面を低減し、ロスと戻り光を低減した光コネクタ 1 2 3 を実現することができる。

【 0 2 3 0 】

光学素子 1 2 4 は、高分子のポリプロピレンからなる微小部材を接着剤で貼り付けておいてもよい。ポリプロピレンの微小な変形でも、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 間の μm オーダの空気層の数又は面積を低減することができる。さらには、光学素子 1 2 4 をレンズ 5 2 と一体化し、光学素子 1 2 4 にもたせた曲率により、光学素子 1 2 4 を光学素子 5 2 の一部として用いてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 2 3 1 】

[第二十五の実施の形態]

本発明の第二十五の実施の形態を図 3 2 に基づいて説明する。本実施の形態も第二十三、第二十四の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 1 2 5 への適用例を示す。

【 0 2 3 2 】

図 3 2 は光コネクタ 1 2 5 の構成例を示し、光コネクタ 1 1 1 等の場合と同様なアレイ構造例である。本実施の形態の光コネクタ 1 2 5 においては、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 間に位置させてレンズ 5 2 , 1 0 1 位置対応の若干の凹凸構造を有して全体的には略平板形状の光学素子 1 2 6 が設けられている。この光学素子 1 2 6 はガイドピン 1 1 6 を穴構造 1 1 7 部分に係合させてコネクタ部品 5 1 , 1 0 3 同士を密着させた場合には図 3 2 (b) に示すようにより平坦化されるようにつぶれ変形するものである。

10

【 0 2 3 3 】

即ち、図 3 2 において、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 同士を密着させる場合に、凹凸構造を有する略平板形状を有する光学素子 1 2 6 の凸部を光学素子 5 2 なるレンズ部と同じ位置にしておき、この凸部に最初に大きな圧力が加えられ、これによりこの凸部が変形しコネクタ部品 5 1 , 1 0 3 同士が密着して空気界面を減少させた状態に変形する。これにより、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 における端面反射や端面損失を低減させた光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタ 1 2 5 を提供することができる。

【 0 2 3 4 】

このとき、図 3 2 において、凹凸構造を有する略平板形状の光学素子 1 2 6 を用いているので、単なる略平板状の低弾性の材料からなる光学素子 1 2 2 等を用いた場合と比較して、凸部の圧力を大きくすることができ、光学素子 1 2 2 全体で低弾性材料の変形を生じせしめる場合よりも、非常に小さな圧力で、必要部分に低弾性体の変形を生じさせることができる。これにより、脱着の際の力を小さくすることもできる。

20

【 0 2 3 5 】

ここに、「略平板」とは、光コネクタとして設けた光学素子 1 2 6 の長さに対しては、少なくとも 5 分の 1 以下の厚さであることを意味し、より好ましくは 1 0 分の 1 以下であり、この場合は、変形による横方向へのズレの影響が小さくなる。

【 0 2 3 6 】

光学素子 1 2 6 には、ガイドピン 1 1 6 用の穴 1 2 7 を設けておくと、この光学素子 1 2 6 の凸部分と光学素子 5 2 なるレンズ部分との位置決めが容易になり、より効果的である。さらには、予めガイドピン 1 1 6 をこの光学素子 1 2 6 に通した組部材を構成した場合には、高精度の位置決めと空気界面低減による高効率な光コネクタを実現することができ、より効果的である。

30

【 0 2 3 7 】

[第二十六の実施の形態]

本発明の第二十六の実施の形態を図 3 3 に基づいて説明する。本実施の形態も第二十三、第二十四等の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 1 2 8 への適用例を示す。

【 0 2 3 8 】

本実施の形態の光コネクタ 1 2 8 は、光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）5 1 において LD パッケージ 2 2 以外の密着面に粘着材料による脱着手段としての粘着層 1 2 9 を設けたものである。図 3 3 において、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 間を脱着する場合に、粘着層 1 2 9 の粘着効果により簡単にコネクタ部品 1 0 3 を脱着することができる。この際、ガイドピン 1 1 6 で位置決めを行っているので、粘着層 1 2 9 の厚みムラによる光軸方向のコネクタ部品 5 1 , 1 0 3 の位置ずれの影響は小さい。粘着層 1 2 9 は、多層構造であってもよく、フィルム支持体を設けたものであってもよい。

40

【 0 2 3 9 】

[第二十七の実施の形態]

本発明の第二十七の実施の形態を図 3 4 に基づいて説明する。本実施の形態も第二十三、第二十四等の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 1 3 0 への適用例を示す。

50

【 0 2 4 0 】

本実施の形態の場合、基本的には図 3 3 の光コネクタ 1 2 8 に準ずるが、コネクタ部品 1 0 3 側において光学部品 1 0 1 以外の密着面に粘着材料による脱着手段としての粘着層 1 3 1 を設けたものである。図 3 4 において、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 を脱着する場合に、粘着層 1 3 1 の粘着効果により簡単にコネクタ部品 5 1 を脱着することができる。また、コネクタ部品 1 0 3 側に粘着層 1 3 1 を設けているので、粘着層 1 3 1 の粘着効果が低減した場合には、コネクタ部品 1 0 3 側の光ケーブル 1 0 2 を消耗品として交換すればよいので、光電変換素子パッケージ 5 1 側はそのまま継続使用が可能となり、部品が劣化した場合の交換コストを低減させることができる。

【 0 2 4 1 】

[第二十八の実施の形態]

本発明の第二十八の実施の形態を図 3 5 に基づいて説明する。本実施の形態も第二十三、第二十四等の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 1 3 2 への適用例を示す。

【 0 2 4 2 】

本実施の形態の場合、基本的には図 3 4 の光コネクタ 1 3 0 に準ずるが、コネクタ部品 1 0 3 側において光学部品 1 0 1 部分を含めて密着面全体に粘着材料による脱着手段としての粘着層 1 3 3 を設けたものである。ここに、粘着層 1 3 3 としては、低弾性の材料が用いられ、光学素子としても機能するように構成されている。

【 0 2 4 3 】

即ち、図 3 5 (a) において、コネクタ部品 1 0 3 には粘着層 1 3 3 が貼り付けてあり、その端部は把持部 1 3 3 a として外部に突出している。このような粘着層 1 3 3 を挟む形でコネクタ部品 5 1 , 1 0 3 同士を圧着させて装着することにより、図 3 5 (b) に示すように LD 2 と光ファイバ 1 0 2 とが光結合可能な状態に光コネクタ 1 3 2 が構成される。この際、何れのコネクタ部品 5 1 , 1 0 3 にもレンズ 5 2 , 1 0 1 が用いられており平行光束による結合であり、かつ、前述したようなガイドピン・穴構造が設けられている。

【 0 2 4 4 】

その後、図 3 5 (c) に示すように光コネクタ 1 3 2 を脱離させる場合には、コネクタ部品 1 0 3 側を上方に引き剥がすか、把持部 1 3 3 a を上方に引っ張ることにより行う。

【 0 2 4 5 】

この後、再度、光コネクタ 1 3 2 を装着するときには、図 3 5 (d) に示すように粘着層 1 3 3 を引き剥がした後、図 3 5 (e) に示すように新たな保護シート 1 3 4 と把持部 1 3 3 a 付きの光学素子一体型の粘着層 1 3 3 をコネクタ部品 1 0 3 に貼り合わせ、その後に保護シート 1 3 4 のみを剥がして、図 3 5 (a) の状態にし、再度同様にして、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 同士を圧着して装着することにより、LD 2 と光ファイバ 1 0 2 とが光結合可能な状態に光コネクタ 1 3 2 を構成する。このようにして、簡単かつ空気界面の反射を低減させた光結合を行うことができる。

【 0 2 4 6 】

[第二十九の実施の形態]

本発明の第二十九の実施の形態を図 3 6 に基づいて説明する。本実施の形態も第二十三、第二十四等の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 1 3 5 への適用例を示す。

【 0 2 4 7 】

本実施の形態の場合、基本的には図 3 3 , 図 3 4 等の光コネクタ 1 2 8 , 1 3 0 等に準ずるが、粘着層 1 2 9 , 1 3 1 に代えて、コネクタ部品 5 1 , 1 0 3 の密着面に各々の光学素子 5 2 , 1 0 1 部分を除いて微小凹凸部材 1 3 6 , 1 3 7 の組合せによる係脱自在な脱着手段を設けたものである。微小凹凸部材 1 3 6 , 1 3 7 は例えば 1 mm 以下の凹凸形状であり、面ジッパー作用を有するいわゆるベルクロテープである。

【 0 2 4 8 】

このような構成において、図 3 6 (a) はコネクタ部品 5 1 , 1 0 3 同士が離れている状態を示し、図 3 6 (b) に示すようにこれらのコネクタ部品 5 1 , 1 0 3 同士を圧着させることにより微小凹凸部材 1 3 6 , 1 3 7 が接近して噛み合うことにより、面ジッパーと

10

20

30

40

50

なり、コネクタ部品 51, 103 同士が接合状態となる。これにより、簡単に LD2 と光ファイバ 102 との光結合を行うことができるようになる。さらには、面ジッパー作用により、脱着が非常に容易で、かつ、リサイクル特性に優れる。

【0249】

[第三十の実施の形態]

本発明の第三十の実施の形態を図 37 に基づいて説明する。本実施の形態も第二十三、第二十四等の実施の形態の場合と同様に光コネクタ 138 への適用例を示す。

【0250】

本実施の形態の光コネクタ 138 は、光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）51 が実装されるプリント基板 35 上に、この光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）51 とは別部品からなりコネクタ部品 103 を光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）51 からはずすためのガイド部材 139 を着脱自在に挿入して設けたものである。ここに、ガイド部材 139 はコネクタ部品 51, 103 の周囲全体を覆う枠形状に形成され、かつ、内面側においてはコネクタ部品 103 の底部側凹部 140 に係止する突起 141 が形成されている。

【0251】

即ち、図 37 において、コネクタ部品 103 を脱着する場合に、そのはずす力が小さいと、機器内の組み付け工程等で容易にコネクタ部品 103 がはずれてしまうので、信頼性に欠ける場合があり、この場合に、はずす力を別部品であるガイド部材 139 に持たせている。これにより、はずす力を直接プリント基板 35 にかけて、かつ、この力は光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）51 と分離しているため、大きく信頼性を向上させることができる。

【0252】

ちなみに、図 24 に示したような光コネクタ 108 であると、はずす力は、光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）51 と、その下のハンダバンプとに加わることにより、光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）51 内の光電変換素子（LD2）及び電気回路素子 5 の信頼性の低下、さらにバンプ実装の信頼性の低下となる。装着の場合の力も、はずす場合と同じ程度に必要となるので同様である。

【0253】

これに対して、図 37 に示す本実施の形態においては、はずす力と装着する力を、光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）51 とは別部品のガイド部材 139 に持たせているので、上記の問題を大幅に低減できる。この場合、位置精度の向上のために、この別部品となるガイド部材 139 の変形量を大きめの構成又は材料としておくことが好ましい。

【0254】

[第三十一の実施の形態]

本発明の第三十一の実施の形態を図 38 及び図 39 に基づいて説明する。本実施の形態の光コネクタ 151 は、プリント基板 35 上に実装された光電変換素子パッケージ（コネクタ部品）32 と、コネクタ部品 103 とを、同じくプリント基板 35 上に実装されたコネクタ部品 152 及びプリント基板 35 上に設けた導波路 153 を介して光結合させるように構成されている。ここに、導波路 153 の両端はアルミニウム蒸着による反射面 153a, 153b とされ、LD2 からのレーザ光を反射面 153a により導波路 153 内に導入し、反射面 153b によりコネクタ部品 152、103 を介して光ファイバ 102 に導くように構成されている。コネクタ部品 152, 103 同士は前述した各実施の形態の場合の如く簡単かつ高効率にて光結合されている。

【0255】

なお、図 38 の概略平面図である図 39 に示すように、光電変換素子パッケージ 32 中の光電変換素子となる LD2 を複数個アレイ状に設け、そのピッチを等間隔或いは不等間隔で増加させ、導波路 153 もこれに合わせてアレイ構造としその形状を平面的に見て拡開する形状とすることにより、複数のコネクタ部品 152 に分割して光結合させることができる。これにより、光ファイバ 102 の接続先別にコネクタ部品 152 の着脱を行える。

【 0 2 5 6 】

ところで、図 3 8 及び図 3 9 の場合に限らず、前述したような光コネクタに利用可能なアレイ構造の導波路、即ち、導波路アレイの作製方法について図 4 0 ないし図 4 5 を参照して説明する。

【 0 2 5 7 】

図 4 0 は導波路アレイの作製方法として適用可能なエンボス転写方法を説明するための概略斜視図である。まず、外周面上に凹凸形状を有する転写ローラ 1 6 1 と対向ローラ 1 6 2 との間に熱可塑性樹脂からなる原反 1 6 3 を通過させ、転写ローラ 1 6 1 の凹凸形状からなる導波路のコア部分をエンボス転写していく。この転写時又は転写後に、透過したシート 1 6 3 a を、図中に矢印で示すように転写回転方向又はこれと垂直方向に伸延することにより、導波路のコア部分のエッジが滑らかになり、界面による導波路損失が低減されるので効果的である。導波路のコア部分と同時に又は後工程としてクラッド被覆部分を作製する。基板シート上に導波路を構成してもよく、コアとクラッドからなる導波路に基板シートを密着してもよい。

10

【 0 2 5 8 】

なお、図 4 0 に示すような装置により導波路アレイを作製する場合は、エンボス転写方法に限定するわけではなく、基板原反に熱硬化性樹脂を塗布した後に形状転写する方法、エンボス転写ローラに樹脂原料を押し出し成形する方法又は射出成形する方法でもよい。何れにしても形状転写時又は転写後に、透過したシートを、転写回転方向又はこれと垂直方向に伸延することが重要である。転写後の場合には、転写直後であっても、再度加熱して

20

【 0 2 5 9 】

即ち、導波路にあっては損失の最大要因がエッジ面の粗さであるので、光ファイバの場合と同様に伸延させる。つまり、通常の型成形では引っ張ることができないが、ロール工法によれば成形後の工程で引っ張る（伸延）ことが可能である。

【 0 2 6 0 】

図 4 1 は、図 4 0 に示すような装置により作製されたシート 1 6 3 a による導波路アレイ 1 6 4 の概略構成例を示すものであり、各導波路は図 4 1 (a) に示すように矩形形状であっても、図 4 1 (b) に示すように蒲鉾形状（一方が細い又は曲率を有した形状）でもよい。導波路アレイのアレイ方向と垂直方向つまり導波光の進行方向に同じ断面形状であればよい。シングルモードであっても、マルチモードであってもよく、さらにはステップインデックス型でも屈折率分布型でもよい。

30

【 0 2 6 1 】

図 4 2 は図 4 1 に示すように作製された導波路アレイ 1 6 4 のシート 1 6 3 a から作製される導波路アレイテープ 1 6 5 の構成例を示す概略斜視図である。図において、テープ長手方向にストライプ形状に各導波路が作製されている。さらに、1 m や 5 0 c m といったように、等間隔位置又は不等間隔位置にミシン目 1 6 6 が形成されており、装置や人の手により、0 . 1 N ~ 1 0 N の力で容易に、ミシン目 1 6 6 に沿って導波路アレイテープ 1 6 5 を切断できる構造となっている。

【 0 2 6 2 】

図 4 3 はこのような導波路アレイテープ 1 6 5 の切断面を拡大して示す概略斜視図である。上部基板 1 6 7 と下部基板 1 6 8 及び各々の中間層 1 6 9 , 1 7 0 に挟まれたクラッド層 1 7 1 とその中のコア層 1 7 2 とがある。この上、下部基板 1 6 7 , 1 6 8 にミシン目 1 6 6 を入れておき、2 つの中間層 1 6 9 , 1 7 0 とコア層 1 7 2 及びクラッド層 1 7 1 に弱い強度の層を設けることにより、使用する部分の導波路アレイ部分の強度は強く、所望の長さ加工しやすい導波路アレイテープ 1 6 5 を実現することができる。

40

【 0 2 6 3 】

また、この導波路アレイテープ 1 6 5 は、使用するときミシン目 1 6 6 に沿って切断して端面を露出面として形成するため、非常に清浄な端面が得られ、これを光コネクタに挿入又は接着することにより、透過率が高く、かつ、アライメントトレランスの大きい良好

50

な光結合効率を実現できる。また、クラッド層 171 以外の部分に粘着材を塗布しておき、光コネクタを接続する際の固定手段としてもよい。

【0264】

また、ミシン目 166 がなくても、テープ 165 の短手方向への切断が長手方向よりも相対的に容易な材料構成を有していてもよい。

【0265】

また、これらの導波路の少なくともコア部 172 とクラッド部 171 にミシン目 166 として切断面を予め設けており、他の部分の強度を小さくしてテープとして切断してもよい。さらに、このミシン目 166 のコア部分に粘着材を塗布しておき、光結合の空気層を減少する光結合部材又は光コネクタを接続する際の固定手段としてもよい。

10

【0266】

図 44 は、導波路アレイテープ 165 の切断目の別の構成例を示し、導波路の導波方向に溝 173 が形成されている。これにより、導波路アレイの方向に対して高精度に位置決めを行うことができる。テープ 165 上の導波路の上下方向は厚さで位置を高精度に決めやすいので、結果として 2 次元方向の位置調整を容易にでき、より良好な光結合効率を簡単に実現することができる。同様の溝を、ミシン目 166 近くに、導波路のアレイ方向に設けることにより、アレイ端面に関する位置調整を容易に行うことができる。この溝 173 の形状としては、円柱、球、長方形、逆ピラミッド形状等を適宜用いることができ、また、1つの溝により、2次元方向の位置決めを行うこともできる。

【0267】

20

図 45 は、導波路テープ 165 の外面に凹凸形状 174 が設けられており、この凹凸形状 174 を最適に設計することにより、導波路アレイの位置決め、導波路端面に対する位置決め、導波路の上部基板 167 に対する位置決めを簡単に行うことができる。さらに、この凹凸形状 174 を用いて、光コネクタの固定手段（面ジッパー）とすることにより、光コネクタの固定部材を簡単にすることもできる。

【0268】

【発明の効果】

請求項 1 記載の発明によれば、光電変換素子と電子回路素子とをパッケージして光電変換素子パッケージを作製する場合に、光電変換素子を予め光学部品と光学実装しておくことにより、マルチチップモジュールの封止において、通常の電気実装パッケージと同様な封止により、光電変換素子パッケージの作製時の光学実装が不要となり、簡単かつ低コストで作製可能な光電変換素子パッケージを提供することができる。また、光電変換素子をパッケージしたパッケージ A がヒートシンクを有するので、光電変換素子の放熱特性が向上し、光電変換素子の長期信頼性が向上する光電子変換素子パッケージを提供することができる。また、ヒートシンクがパッケージ B の一部から露出しており、その露出面の方向と光電変換素子側のパッケージ A の露出面の方向とが反対であるので、光電変換素子の放熱特性がより向上し、光電変換素子の長期信頼性がより向上する光電変換素子パッケージを提供することができる。

30

【0269】

請求項 2 記載の発明によれば、請求項 1 記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子パッケージがモールドパッケージからなるので、光コネクタの構成部品の一部としても十分に使用できるレベルに機械的精度を向上させ、より機械的信頼性に優れた光電子変換素子パッケージを提供することができる。

40

【0270】

請求項 3 記載の発明によれば、請求項 2 記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子パッケージ中のパッケージ B が不透明材料からなるので、光の進入によるクロストークを低減させることができると同時に、光の入出射を行うにも関わらず、通常の半導体パッケージで使用されるフィラー分散されかつ芳香族系材料を用いることで高熱に対する信頼性に優れた光電子変換素子パッケージを提供することができる。

【0271】

50

請求項4記載の発明によれば、請求項1ないし3の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子パッケージ中のパッケージAがモールドパッケージであるので、パッケージ間界面の透湿性と熱サイクルに対する信頼性に優れた光電変換素子パッケージを提供することができる。

【0272】

請求項5記載の発明によれば、請求項1ないし4の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子パッケージが、光電変換素子パッケージ用基板となる電気配線を有する基板とは別の基板に設けた透明材料とからなるパッケージであるので、通常のマルチチップモジュールにおける電気実装精度と同様なアライメントトレランスの大きい部品実装が可能な光電変換素子パッケージを提供することができる。

10

【0273】

請求項6記載の発明によれば、請求項1ないし5の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子をパッケージしたパッケージAと、電子回路素子とを共通の基板に設けたので、光高周波に優れると同時に多機能性の実現が容易な光電子変換素子パッケージを提供することができる。

【0274】

請求項7記載の発明によれば、請求項1ないし4の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子をパッケージしたパッケージAを電子回路素子上に設けたので、より小型・高密度な光電子変換素子パッケージを提供することができる。

【0275】

請求項8記載の発明によれば、請求項1ないし6の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子がパッケージされたパッケージAが実装された電気配線を有する基板を設けてあり、このパッケージAの露出面が、当該基板側の方向であるので、基板導波路配線への光結合のアライメントトレランスの低減可能な光電子変換素子パッケージを提供することができる。

20

【0278】

請求項9記載の発明によれば、請求項1ないし8の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子側のパッケージAが光学素子を有するので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率が向上した光電変換素子パッケージを提供することができる。

30

【0279】

請求項10記載の発明によれば、請求項9記載の光電変換素子パッケージにおいて、光学素子が正の光学パワーを有するので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率が向上する光電子変換素子パッケージを提供することができる。

【0280】

請求項11記載の発明によれば、請求項9記載の光電変換素子パッケージにおいて、光学素子が導波路構造からなるので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率が向上する光電子変換素子パッケージを提供することができる。

40

【0281】

請求項12記載の発明によれば、請求項9記載の光電変換素子パッケージにおいて、光学素子がテーパ構造からなるので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子との光結合効率が向上する光電子変換素子パッケージを提供することができる。

【0282】

請求項13記載の発明によれば、請求項9ないし12の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、光学素子を有する光電変換素子パッケージAのパッケージBに対する露出面が、略平面であるので、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを、より簡単に光結合できる光電子変換素子パッケージを

50

提供することができる。

【0283】

請求項14記載の発明によれば、請求項9ないし13の何れか一記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電子変換素子と光学素子とがアレイ配列を有するので、より大容量のデータの送受信が可能な光電子変換素子パッケージを提供することができる。

【0284】

請求項15記載の発明によれば、請求項14記載の光電変換素子パッケージにおいて、光電変換素子と光学素子とのアレイ配列ピッチが異なるので、伝送路のクロストークが低減すると同時に、複数の光コネクタを簡単に接続可能な光電変換素子パッケージを提供することができる。

10

【0285】

請求項16記載の発明の光電変換素子パッケージの作製方法によれば、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージAを作製し、その一部が外部に露出する状態で、当該パッケージA中の光電変換素子と電気的に接続された電子回路素子とともに封止してパッケージBを作製するようにしたので、通常のマルチチップモジュールにおける電気実装精度と同様なアライメントトレランスの大きい部品実装が可能な光電子変換素子パッケージの製造方法を提供することができる。

【0286】

請求項17記載の発明によれば、請求項16記載の光電変換素子パッケージの作製方法において、光電変換素子を透明材料により封止してパッケージAを作製する工程の後に、パッケージBから露出するパッケージAの露出面を被覆物で被覆する工程を有するので、パッケージAの露出面が作製工程において汚染されたり傷つくことを被覆物で保護することができ、光損失の増大を減少させ、通常の電気実装の場合と同様の封止、半田実装等を行うことができる。

20

【0287】

請求項18記載の発明によれば、請求項16記載の光電変換素子パッケージの作製方法において、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを光結合させる光結合素子 = 光学素子の作製工程が簡略化された作製方法を提供することができる。

【0288】

請求項19記載の発明によれば、請求項16記載の光電変換素子パッケージの作製方法において、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを光結合させる光結合素子 = 光学素子の作製時のアライメント工程が簡単化された作製方法を提供することができる。

30

【0289】

請求項20記載の発明によれば、請求項16記載の光電変換素子パッケージの作製方法において、光電変換素子パッケージとは別の光学素子と光電変換素子パッケージ内の光電変換素子とを光結合させる光結合素子 = 光学素子の作製時のアライメント工程が簡単化された作製方法を提供することができる。特に、最終工程で高精度なアライメントを行っているので、光電変換素子パッケージにおけるモールド形成の際に位置ずれを生ずることがなく、より高精度な実装を実現でき、光結合の結合効率に対する信頼性を向上させることができる。

40

【0290】

請求項21記載の発明の光コネクタによれば、光電変換素子パッケージと他方のコネクタ部品との間の機械的位置決めを高精度に行うことができ、光結合による損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0291】

請求項22記載の発明の光コネクタによれば、光電変換素子パッケージと他方のコネクタ部品との間の機械的位置決めを高精度に行うことができ、光結合による損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

50

【0292】

請求項23記載の発明によれば、請求項21又は22記載の光コネクタにおいて、光電変換素子パッケージ側の機械的位置決め機構を穴構造とすることにより、請求項21又は22記載の発明を容易に実現することができる。

【0293】

請求項24記載の発明によれば、請求項23記載の光コネクタにおいて、パッケージAとパッケージBとの共通な位置に形成された穴構造とすることにより、請求項23記載の発明を実現する上で、位置決め精度をより向上させることができるとともに、光コネクタとしての機械的信頼性を向上させることができる。

【0294】

請求項25記載の発明によれば、請求項24記載の光コネクタにおいて、貫通させた穴構造であるので、請求項24記載の発明を実現する上で、位置決め精度の向上及び強度的な信頼性を確保することができる。

【0295】

請求項26記載の発明によれば、請求項25記載の光コネクタにおいて、パッケージBを穴構造を有する基板上に実装することにより、請求項25記載の発明を実現する上で、十分な機械的強度を確保することができる。

【0296】

請求項27記載の発明の光コネクタによれば、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0297】

請求項28記載の発明の光コネクタによれば、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0298】

請求項29記載の発明の光コネクタによれば、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0299】

請求項30記載の発明の光コネクタによれば、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0300】

請求項31記載の発明の光コネクタによれば、コネクタ部品の端面反射や端面損失が低減する光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0301】

請求項32記載の発明によれば、請求項27ないし31の何れか一記載の光コネクタにおいて、光コネクタ接続時の気泡による端面損失が低減すると同時に、より小さな脱着力でも反射損失も低減できる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0302】

請求項33記載の発明によれば、請求項21ないし31の何れか一記載の光コネクタにおいて、簡単に脱着できる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0303】

請求項34記載の発明によれば、請求項33記載の光コネクタにおいて、簡単に脱着できると同時に、低コストでコネクタ部品での端面反射や端面損失が低減した光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0304】

請求項35記載の発明によれば、請求項21ないし31の何れか一記載の光コネクタにおいて、簡単に脱着できる光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【0305】

10

20

30

40

50

請求項 3 6 記載の発明によれば、請求項 2 1 ないし 3 1 の何れか一記載の光コネクタにおいて、光コネクタの脱着強度に伴う機械的強度を増加させて信頼性が向上した光電変換素子パッケージ一体型の光コネクタを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第一の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 2】光電変換素子パッケージの変形例を原理的に示す概略断面図である。

【図 3】本発明の第二の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 4】本発明の第三の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 5】本発明の第四の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 6】光電変換素子パッケージの変形例を原理的に示す概略断面図である。

【図 7】本発明の第五の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 8】本発明の第六の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 9】本発明の第七の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 10】本発明の第八の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 11】本発明の第九の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 12】本発明の第十の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を原理的に示す概略断面図である。

【図 13】光学素子の各種構成例を例示する断面図である。

【図 14】本発明の第十一の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を示す概略断面図及び概略平面図である。

【図 15】本発明の第十二の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を示し、(a) は概略縦断断面図、(b) は概略縦断正面図である。

【図 16】本発明の第十三の実施の形態の光電変換素子パッケージの構成例を示す概略断面図及び概略平面図である。

【図 17】本発明の第十四の実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法を示す概略断面図である。

【図 18】本発明の第十五の実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法を示す概略断面図である。

【図 19】本発明の第十六の実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法を示す概略断面図である。

【図 20】本発明の第十七の実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法を示す概略断面図である。

【図 21】本発明の第十八の実施の形態の光電変換素子パッケージの作製方法を示す概略断面図である。

【図 22】その変形例の光電変換素子パッケージの作製方法を示す概略断面図である。

【図 23】本発明の第十九の実施の形態の光コネクタを示す概略断面図である。

【図 24】本発明の第二十の実施の形態の光コネクタを示す概略断面図である。

【図 25】本発明の第二十一の実施の形態の光コネクタを示し、(a) は縦断正面図、(b) は縦断側面図である。

【図 26】本発明の第二十二の実施の形態の光コネクタ中の光電変換素子パッケージの構成例を示す概略斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 27】その光コネクタを示す概略側面図である。

【図 28】変形例を示す概略側面図である。

【図 29】変形例を示す概略側面図である。

【図 30】本発明の第二十三の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である

。

【図 31】本発明の第二十四の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である

。

【図 32】本発明の第二十五の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である

。

【図 33】本発明の第二十六の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である

10

。

【図 34】本発明の第二十七の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である

。

【図 35】本発明の第二十八の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である

。

【図 36】本発明の第二十九の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である

。

【図 37】本発明の第三十の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である。

【図 38】本発明の第三十一の実施の形態の光コネクタの構成例を示す概略断面図である

20

。

【図 39】その概略平面図である。

【図 40】導波路アレイの作製方法として適用可能なエンボス転写方法を説明するための概略斜視図である。

【図 41】導波路アレイを示す概略構成図である。

【図 42】導波路アレイテープの構成例を示す概略斜視図である。

【図 43】その切断面を拡大して示す概略斜視図である。

【図 44】その切断面の別の構成例を示す概略斜視図である。

【図 45】導波路アレイテープの構成例を示す概略断面図である。

【図 46】従来例を示す概略断面図である。

30

【符号の説明】

1 光電変換素子パッケージ

2 光電変換素子

3 パッケージ A

3 a 露出面

4 透明材料

5 電気回路素子

7 基板

8 パッケージ B

2 1 光電変換素子パッケージ

2 2 パッケージ A

40

2 2 a 露出面

2 3 パッケージ B

2 4 光電変換素子パッケージ

2 5 基板 C

2 7 光電変換素子パッケージ

2 8 , 3 0 電気回路素子

3 2 光電変換素子パッケージ

3 3 基板 E

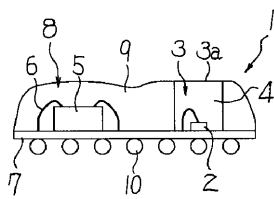
3 9 光電変換素子パッケージ

4 0 ヒートシンク

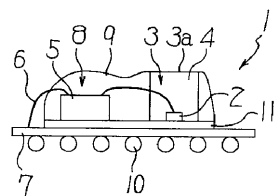
50

- 4 3 , 4 4 光電変換素子パッケージ
- 4 5 ヒートシンク
- 5 1 光電変換素子パッケージ、一方のコネクタ部品
- 5 2 光学素子
- 5 6 , 5 7 , 5 8 , 5 9 , 6 0 , 6 1 , 6 2 , 6 7 光学素子
- 7 1 光電変換素子パッケージ
- 8 1 , 8 6 光電変換素子パッケージ
- 9 1 被覆物
- 1 0 3 他方のコネクタ部品
- 1 0 7 機械的位置決め機構
- 1 1 0 凹凸構造
- 1 1 3 穴構造
- 1 1 4 機械的位置決め機構
- 1 1 7 穴構造
- 1 1 8 機械的位置決め機構
- 1 2 2 , 1 2 4 , 1 2 6 光学素子
- 1 2 9 , 1 3 3 脱着手段
- 1 3 6 , 1 3 7 微小凹凸構造
- 1 3 9 ガイド部材

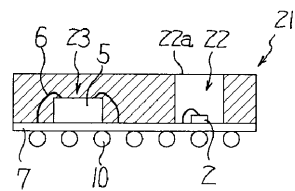
【図1】



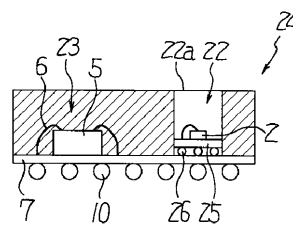
【図2】



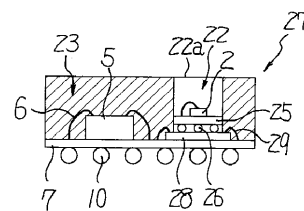
【図3】



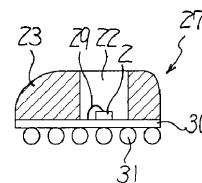
【図4】



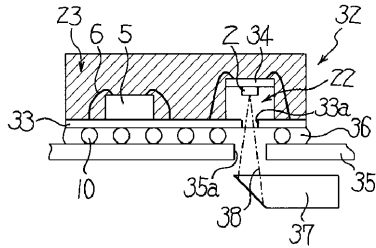
【図5】



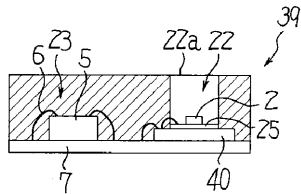
【図6】



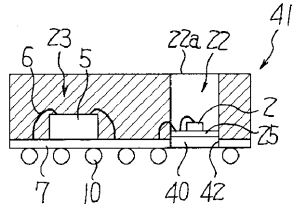
【図7】



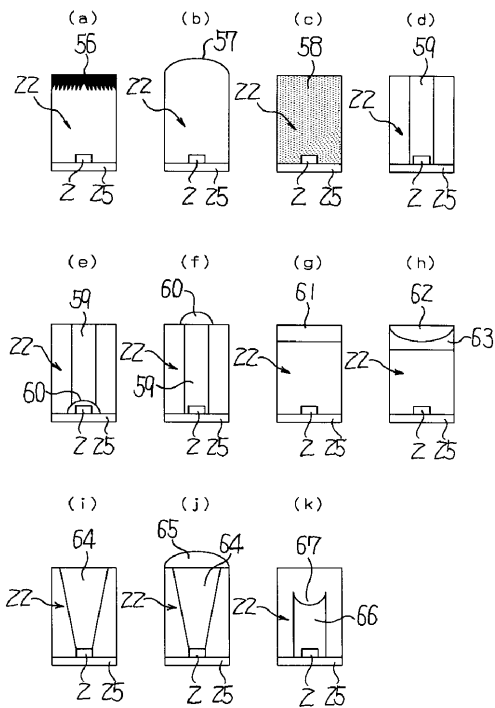
【図8】



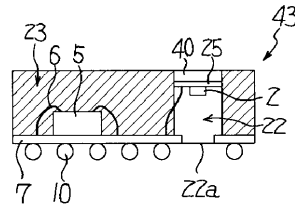
【図9】



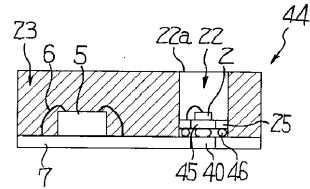
【図13】



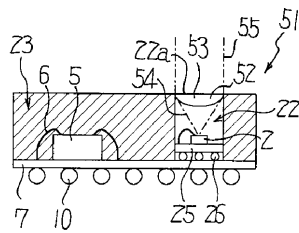
【図10】



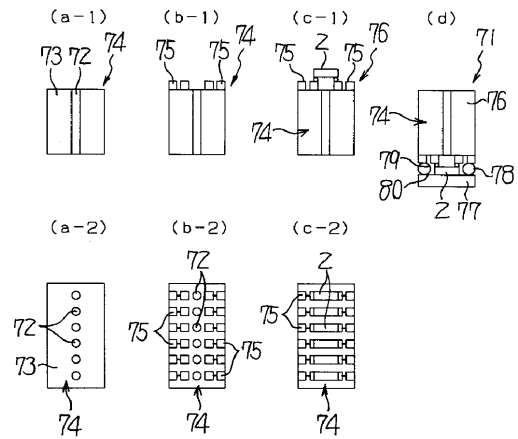
【図11】



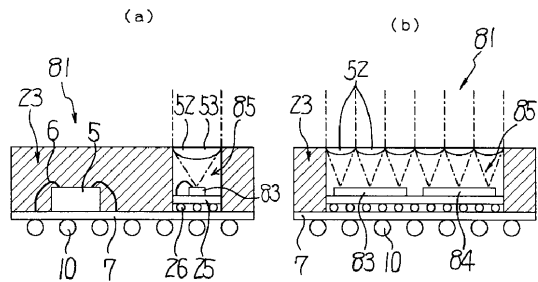
【図12】



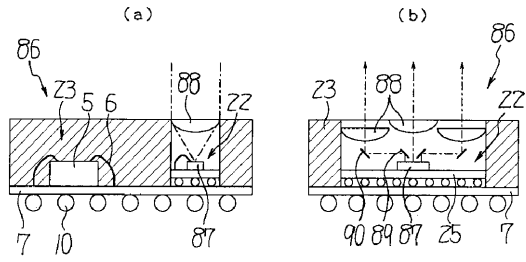
【図14】



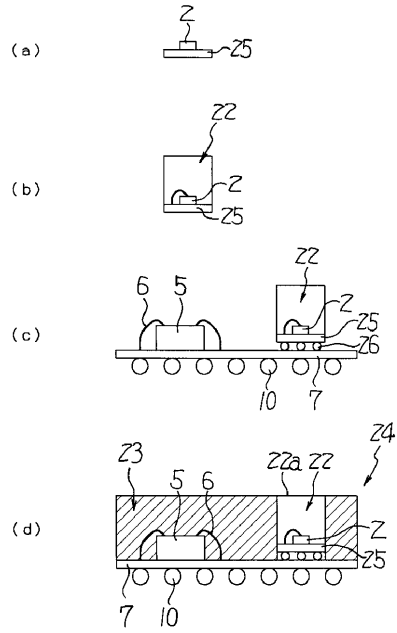
【図15】



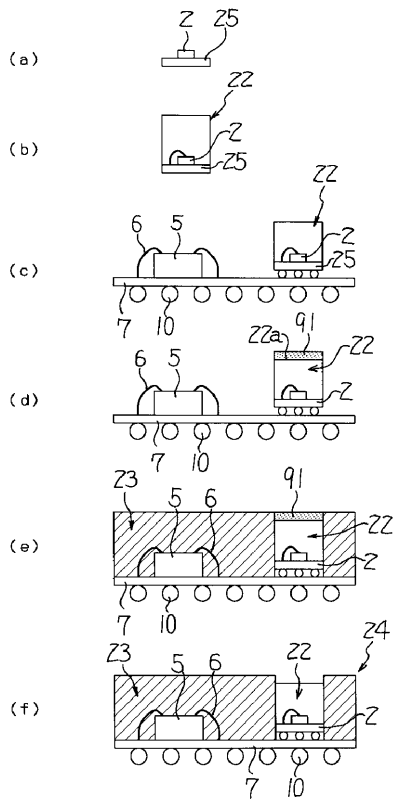
【図16】



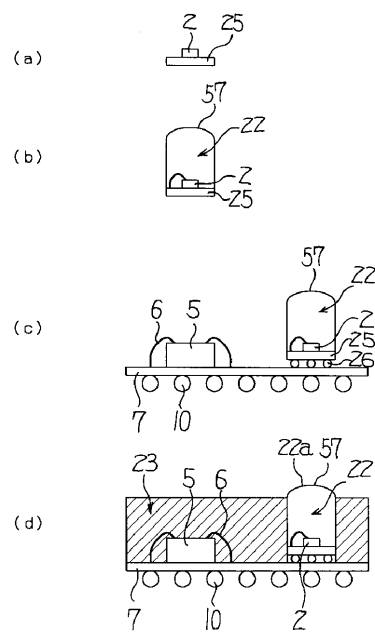
【図17】



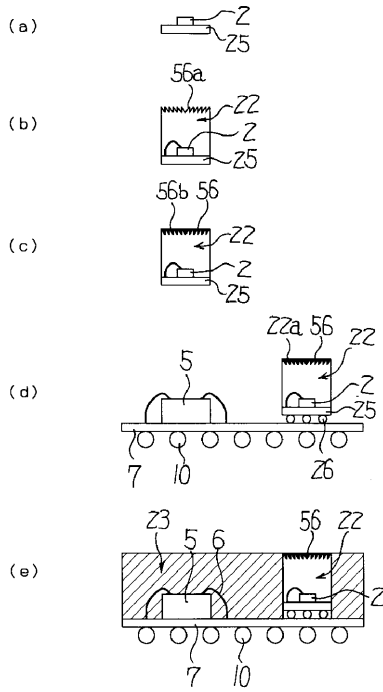
【図18】



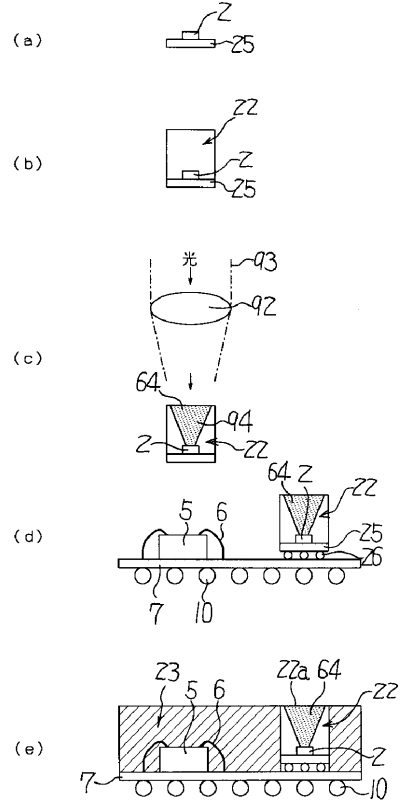
【図19】



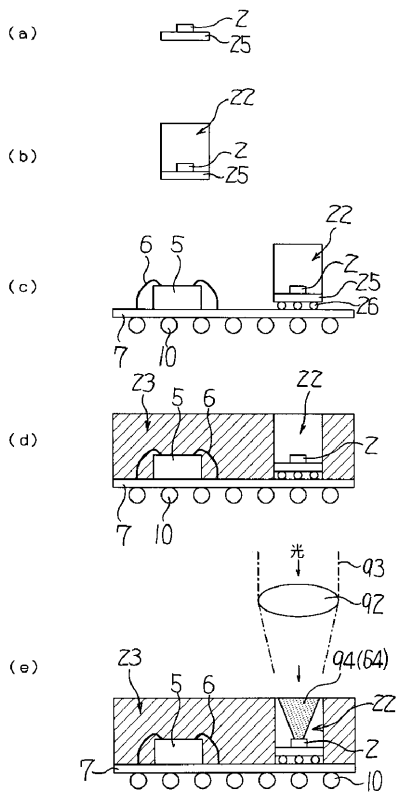
【図20】



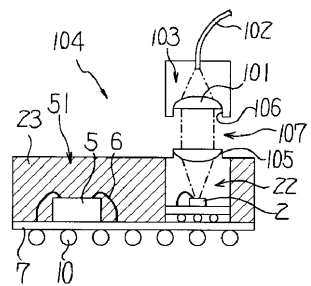
【図21】



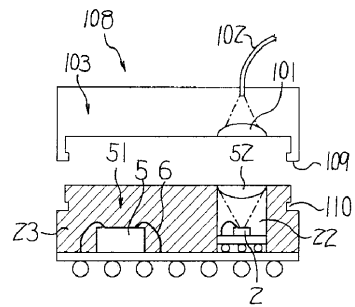
【図22】



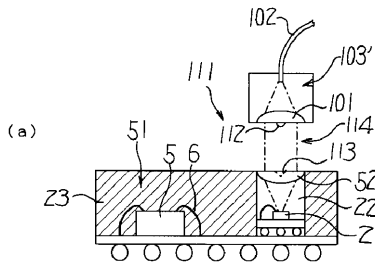
【図23】



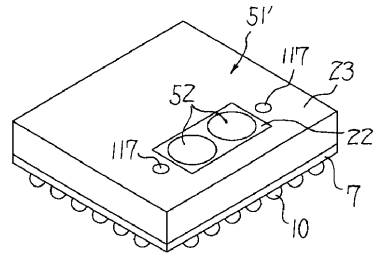
【図24】



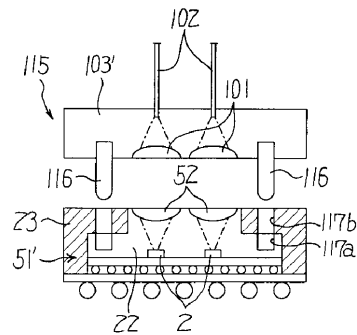
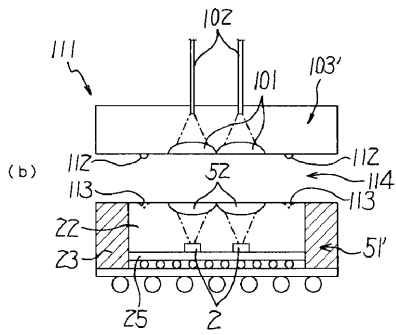
【図25】



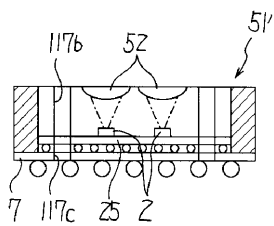
【図26】



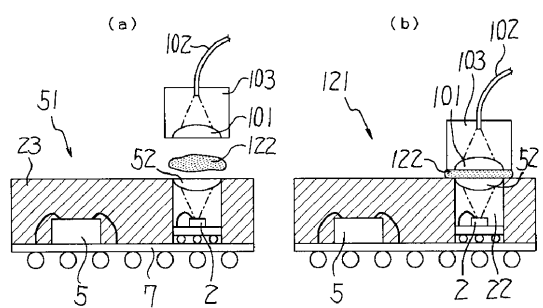
【図27】



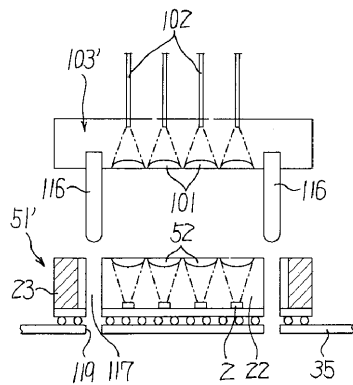
【図28】



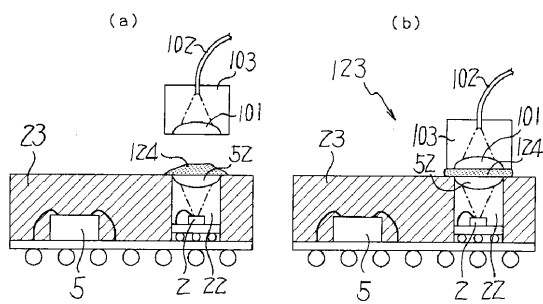
【図30】



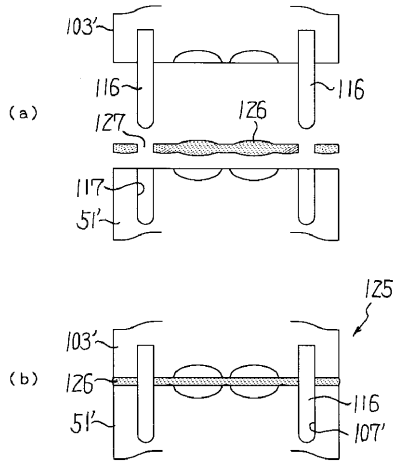
【図29】



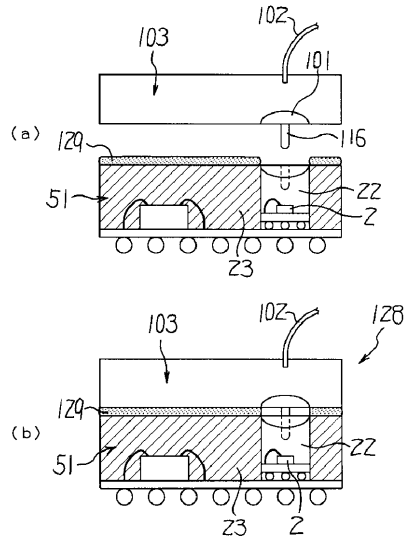
【図31】



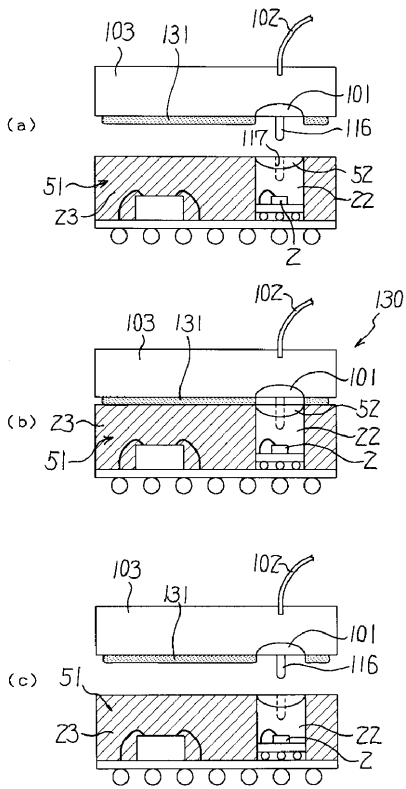
【図32】



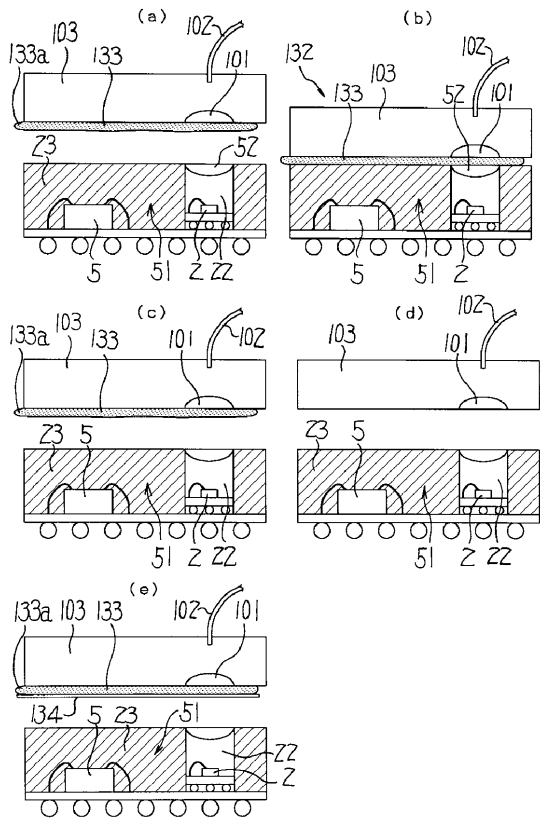
【図33】



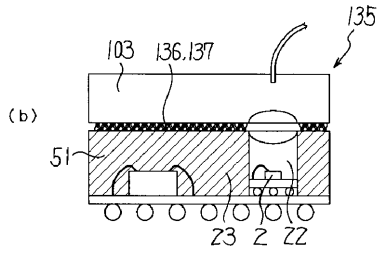
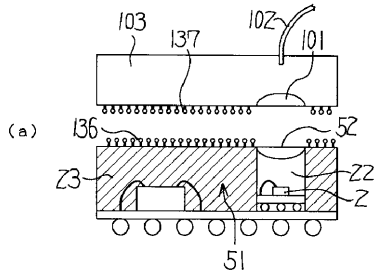
【図34】



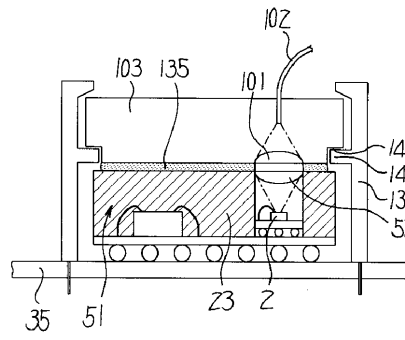
【図35】



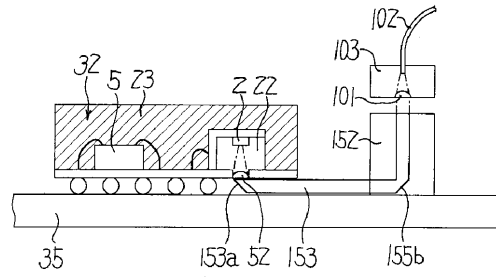
【 図 3 6 】



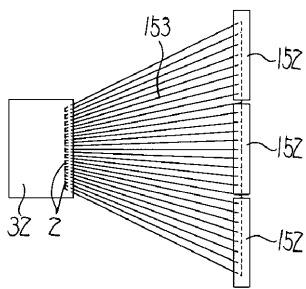
【 図 3 7 】



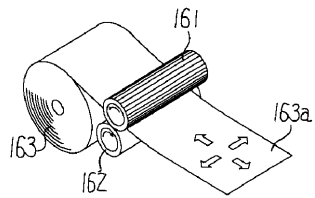
【 図 3 8 】



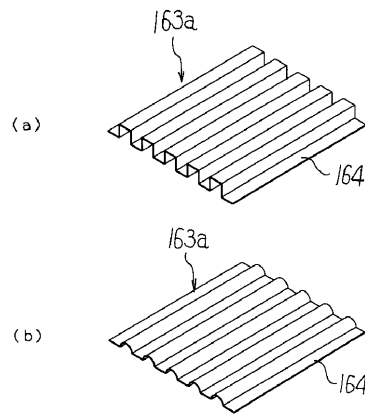
【 図 3 9 】



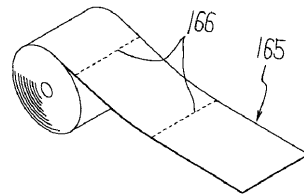
【 図 4 0 】



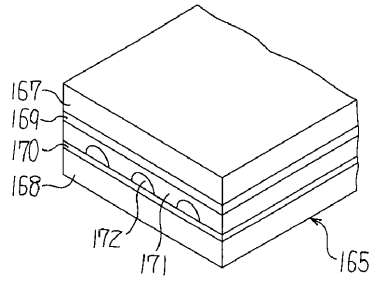
【 図 4 1 】



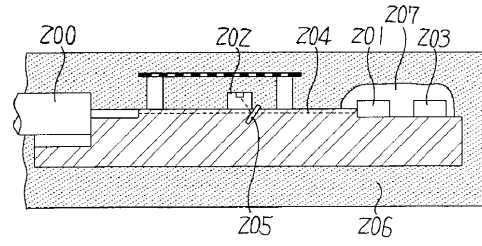
【 図 4 2 】



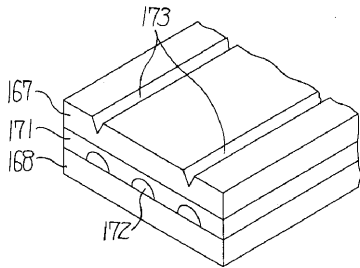
【 図 4 3 】



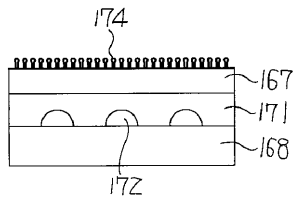
【 図 4 6 】



【 図 4 4 】



【 図 4 5 】



フロントページの続き

審査官 松崎 義邦

- (56)参考文献 特開平09-102650(JP,A)
特開2001-009863(JP,A)
特開平07-030154(JP,A)
特開平08-250527(JP,A)
特開2001-033666(JP,A)
実開昭61-092910(JP,U)
特開2000-022217(JP,A)
特開2000-049414(JP,A)
特開2003-008075(JP,A)
特開2001-244506(JP,A)
特開平06-237016(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L33/00-33/64

H01S5/00-5/50