

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5898916号  
(P5898916)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

|                               |  |      |         |
|-------------------------------|--|------|---------|
| (51) Int. Cl.                 |  | F I  |         |
| <b>GO2B</b> 6/42 (2006.01)    |  | GO2B | 6/42    |
| <b>HO1L</b> 31/0232 (2014.01) |  | HO1L | 31/02 C |

請求項の数 7 (全 12 頁)

|              |                               |           |                    |
|--------------|-------------------------------|-----------|--------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2011-234585 (P2011-234585)  | (73) 特許権者 | 000005108          |
| (22) 出願日     | 平成23年10月26日(2011.10.26)       |           | 株式会社日立製作所          |
| (65) 公開番号    | 特開2012-133324 (P2012-133324A) |           | 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  |
| (43) 公開日     | 平成24年7月12日(2012.7.12)         | (74) 代理人  | 100100310          |
| 審査請求日        | 平成25年11月28日(2013.11.28)       |           | 弁理士 井上 学           |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-264489 (P2010-264489)  | (74) 代理人  | 100098660          |
| (32) 優先日     | 平成22年11月29日(2010.11.29)       |           | 弁理士 戸田 裕二          |
| (33) 優先権主張国  | 日本国(JP)                       | (74) 代理人  | 100091720          |
|              |                               |           | 弁理士 岩崎 重美          |
|              |                               | (72) 発明者  | ▲高▼井 俊明            |
|              |                               |           | 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 |
|              |                               |           | 株式会社日立製作所 横浜研究所内   |
|              |                               | (72) 発明者  | 中條 徳男              |
|              |                               |           | 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 |
|              |                               |           | 株式会社日立製作所 横浜研究所内   |
|              |                               |           | 最終頁に続く             |

(54) 【発明の名称】 光モジュールおよびその実装構造および光モジュールの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光素子と、

前記光素子を搭載した第1の基板と

前記光素子を気密封止するように前記第1の基板に接合される第2の基板と、を備えた光モジュールの製造方法において、

前記第2の基板上に光伝送路が、前記光素子と光接合するように接続されており、

前記接合は、前記第2の基板に前記光伝送路をレーザー溶着により接合し、

前記第2の基板の屈折率を、前記光伝送路の屈折率より大きくすることを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項2】

光素子と、

前記光素子を搭載した第1の基板と

前記光素子を気密封止するように前記第1の基板に接合される第2の基板と、を備えた光モジュールにおいて、

前記第2の基板上に光伝送路が、前記光素子と光接合するように接続されており、

前記第2の基板と前記光伝送路の間には、樹脂が形成されており、

前記樹脂はレーザー溶着に利用される波長のレーザー光を吸収することを特徴とする光モジュール。

【請求項3】

10

20

前記第 2 の基板と前記光伝送路の間に、前記光伝送路より屈折率の大きい樹脂を形成し、  
 前記レーザー溶着により該樹脂を前記光伝送路に拡散させることを特徴とする請求項 1  
 記載の光モジュールの製造方法。

【請求項 4】

光素子と、  
 前記光素子を搭載した第 1 の基板と  
 前記光素子を気密封止するように前記第 1 の基板に接合される第 2 の基板と、を備えた  
 光モジュールにおいて、  
 前記第 2 の基板上に光伝送路が、前記光素子と光接合するように接続されており、  
 前記第 2 の基板に前記光伝送路が接合されており、  
 前記光伝送路は、前記第 2 の基板側の界面側の屈折率が、前記界面から遠い側の屈折率  
 よりも大きいことを特徴とする光モジュール。

10

【請求項 5】

請求項 4 において、  
 前記第 2 の基板又は透明樹脂が前記光伝送路に拡散することにより、前記光伝送路の屈  
 折率が高くなっていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 6】

請求項 2、4、5 のいずれか 1 項に記載の光モジュールと、  
 前記光モジュールを搭載し、電気配線と光路を有する第 3 の基板とを備え、  
 前記光素子は、前記第 1 の基板を介して、前記第 3 の基板上の電気配線に電氣的に接続  
 されるとともに、前記光伝送路を介して前記第 3 の基板上の光路に光学的に接続されるこ  
 とを特徴とする光モジュールの実装構造。

20

【請求項 7】

前記第 2 の基板に前記光伝送路より屈折率の大きいガラス材を用い、  
 前記レーザー溶着により該ガラス材を前記光伝送路に拡散させることを特徴とする請求  
 項 1 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、光モジュールおよび光結合プロセスに関する。

30

【背景技術】

【0002】

光モジュールにおいて、最も重要な因子として、半導体レーザーやフォトダイオードなど  
 の光素子と、光ファイバや光導波路などの光伝送路との光結合が挙げられる。高い光結合  
 効率を得るため、光素子と光伝送路の位置合わせ（調芯）には、マルチモード伝送の場合  
 でも数十  $\mu\text{m}$ 、シングルモード伝送の場合には数  $\mu\text{m}$  の精度が要求される。

【0003】

また、光モジュールの製造プロセスでは、光素子と光伝送路の調芯に多くの工数がかか  
 り、光モジュールの低コスト化のネックとなっている。そのため、この調芯プロセスを簡  
 略化することが強く望まれている。

40

【0004】

このような高い光結合効率を実現する光結合構造として、レンズの集光効果を利用して  
 光結合効率を高める構造が一般的となっている。

【0005】

この光結合構造の例として、特許文献 1 では面発光レーザー（Vertical Cavity Surface  
 Emitting Laser：VCSEL）や面入射型フォトダイオードなどの面受発光素子を透明基板に  
 フリップチップボンディングにより実装し、透明基板下部にレンズを配置することで、面  
 受発光素子と透明基板の下方にある光伝送路間をレンズを介して光結合する構造が記載さ  
 れている。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-41770号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来の技術ではコスト点で問題が生じる。

【0008】

例えば、特許文献1では、光素子と光伝送路の位置合わせ精度は、フリップチップボンディングの搭載精度によって決まる。そのため、光素子の搭載精度を向上させるためには、高価な高精度フリップチップボンディング装置が必要となる。また、レンズを介して光素子と光伝送路の光結合を行うことからレンズの搭載精度も要求される。このような光素子 レンズ-光伝送路からなる光学系では、高い光結合効率を得るために、アクティブ調芯が用いられることが一般的である。しかしながら、アクティブ調芯はプロセスの簡略化の点からは望ましくないという課題がある。

10

【0009】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、簡便なプロセスかつ低コストで、高効率な光結合を実現することを目的としている。

## 【課題を解決するための手段】

20

【0010】

上記課題を解決するために、本発明は特許請求の範囲に記載のとおり、光結合構造として封止構造と光伝送路を溶着している点に特徴がある。

【0011】

具体的には、光素子と、光素子を搭載した第1の基板と、光素子を気密封止するように第1の基板上に設けられる第2の基板または透明樹脂と、を備えた光モジュールにおいて、第2の基板または透明樹脂上であり光素子からの光が透過する箇所光伝送路が接続することにより光結合を実現するものである。

## 【発明の効果】

【0012】

30

本発明によれば、低コストかつ簡便なプロセスにより製造できる光モジュールを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第一の実施形態における光モジュールを説明する図面である。

【図2】第一の実施形態における光モジュールの製造方法を説明する図面である。

【図3】第一の実施形態における封止ウェハと光伝送路の溶着の一形態を説明する図面である。

【図4】第一の実施形態における光モジュールを適用した実装構造を説明する図面である。

40

【図5】第二の実施形態における封止ウェハと光伝送路の溶着の一形態を説明する図面である。

【図6】第三の実施形態における封止ウェハと光伝送路の溶着の一形態を説明する図面である。

【図7】第四の実施形態における封止ウェハと光伝送路の溶着の一形態を説明する図面である。

【図8】第五の実施形態における光モジュールを説明する図面である。

【図9】第五の実施形態における光モジュールの製造方法を説明する断面図面である。

【図10】第五の実施形態における光モジュールを適用した実装構造を説明する図面である。

50

【図 1 1】第六の実施形態における光モジュールを適用した実装構造を説明する図面である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明をする。なお、実質同一部位には同じ参照番号を振り、説明は繰り返さない。

【実施例 1】

【0015】

まず、本発明の第一の実施形態について、図 1 から図 4 を用いて説明する。

【0016】

図1は、第一の実施形態における光結合構成を説明する図面である。図 2 は、第一の実施形態における光結合プロセスを説明する断面図面である。図 3 は、封止基板（第 2 の基板）と光伝送路の溶着を説明する図面である。図 4 は、第一の実施形態における光結合構成を適用した光モジュールを説明する図面である。なお、図 4 (b) において、基板の上面と下面は同一断面ではなく展開断面図であることは、当事者が容易に読み取れるものである。これは以下の実施形態でも同様である。

【0017】

まず、図 1 を用いて第一の実施形態における光結合構成を説明する。第一の実施形態は、第 1 のウェハ基板 2 w と第 2 のウェハ基板 3 w によりウェハレベルパッケージング (Wafer Level Packaging : WLP) された光モジュール 6 を用いることを想定した実施形態である。第 1 の基板 2 は、半導体装置の基板として最も用いられる Si ウェハ (熱膨張係数 :  $3.3 \text{ ppm/K}$ ) である。第 2 の基板 3 は、ガラス材料を用いることができるが、本実施例では、光学デバイスへの適用を想定し、透光性を持つアモルファスガラス材料 (熱膨張係数 :  $3.3 \sim 8.0 \text{ ppm/K}$ ) を用いる。一般に、Si ウェハとの接合を考えた場合、第 2 の基板 3 のガラス材料としてはホウ酸系ガラスが用いられる。これは、ホウ酸系ガラスの熱膨張係数が Si のそれと近いこと、熱膨張係数差による基板の反りが問題となることがないためである。しかしながら、屈折率、透過率等の光学性質を重視した場合、第 2 の基板 3 は、光学性質に優れるアモルファスガラス材料を用いることが望ましい。

【0018】

WLP化された光モジュール 6 の内部には、光素子 1 として面発光レーザ (Vertical Cavity Surface Emitting Laser : VCSEL) と光素子 1 を駆動する駆動素子である LSI 1 a としてドライバ IC が内蔵されている。光素子 1 より出力された光信号は、第 2 の基板 3 を透過して光モジュール 6 より出射することとなり、光モジュール 6 は送信光モジュールとして機能する。なお、光素子 1 は面入射型フォトダイオードでもかまわず、その場合は LSI 1 a として TIA (Trans Impedance Amplifier) が用いられ、光モジュール 6 は受信光モジュールとして機能することとなる。

【0019】

本実施形態では、第 2 の基板 3 上の上記光素子 1 からの光信号が透過する箇所に光伝送路 7 として、プラスチック光学ファイバ (Plastic Optical Fiber : POF) が溶着されている。これにより、光素子 1 から出射された光信号は POF のコア層に導かれ、POF 中を伝播することとなる。

【0020】

なお、第 1 の基板 2 は、Si に限られる必要はなく、InP、GaAs、SiC、SiGe、GaN 等の他の半導体ウェハでもかまわない。さらに、第 1 の基板 2 は、半導体材料に限らず、ガラス材料、セラミック材料、金属材料等のほかの材質であってもかまわないことはいうまでもない。

【0021】

また、第 2 の基板 3 も同様にガラス材料に限らず、光素子 1 から出射または光素子 1 に入射する波長の光を透過するものであれば、半導体材料等のほかの材質であってもかまわない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

また、光伝送路 7 も POF に限らず、有機光導波路であってもかまわない。

## 【 0 0 2 3 】

次に、図 2 を用いて第一の実施形態の具体的な光結合プロセスを説明する。

## 【 0 0 2 4 】

まず、図 2 ( a ) で第 1 のウェハ基板 2 w の電極パターン 2 1 上に光素子 1 および LSI 1 a を搭載する。電極パターン 2 1 上には予め、接合部材として Au-Sn 蒸着はんだが形成されている。接合部材として蒸着はんだ等のはんだ材料を用いる場合、電極パターン 2 1 上にははんだ濡れ性を確保するために金属メタライズが形成されている。この金属メタライズの構成は、Ni $2\sim 5\mu\text{m}$ と Au $0.05\mu\text{m}$ をめっきした積層構造となっている。一般にはんだ材料により接合を行う場合、接合後にはんだ材と Au の界面に金属間化合物が形成される。この金属間化合物は硬く応力緩衝効果が弱いため、衝撃等に対する接合の信頼性を低下させる。また、Au が残存するとその後の高温放置により金属間化合物がさらに成長し、はんだ中にカーケンダルポイドが発生し、信頼性および気密性が低下することが懸念される。そのため、Au めっき厚さは極力薄くすることが好適である。本実施例では、Au めっき厚さは  $0.05\mu\text{m}$  としている。

10

## 【 0 0 2 5 】

なお、図面が煩雑となるため、LSI 1 a、蒸着はんだおよび金属メタライズは図 2 中には図示していない。

## 【 0 0 2 6 】

次に図 2 ( b ) ( c ) で、第 1 のウェハ基板 2 w と第 2 のウェハ基板 3 w のウェハ合わせを行った後、第 1 のウェハ基板 2 w と第 2 のウェハ基板 3 w を陽極接合により接合し、光素子 1 および LSI 1 a を気密封止する。このように、ウェハ状態で気密封止を行うことにより、実装コストの低減および光素子 1 の特性確保、信頼性向上を図ることができる。

20

## 【 0 0 2 7 】

ここで陽極接合について詳細に説明する。陽極接合とは、一般的には Si ウェハにガラス基板を重ね合わせ、Si ウェハの下面とガラス基板の上面に電極を押し当て、全体を 400 程度に加熱しながら、Si 側を陽極、ガラス側を陰極として電圧を印加して接合する技術である。加熱することで、ガラスに含まれる Na などのアルカリ成分が拡散しやすい状況になる。ここで、陽極の Si と陰極のガラス側に電圧を印加することで、これらアルカリ成分がイオン化して拡散する。Na の陽イオンは、ガラス基板の上面側、即ち、陰極側に引き寄せられ、Si ウェハとの接合界面近傍では、陽イオン欠乏層が形成されると言われている。元々このような領域は、電荷的には中性であったが、電圧による陽イオンの強制的な拡散によりプラスの電荷が減少しており、相対的にマイナスに帯電していると考えられる。この帯電は、Si ウェハとの間に更に強力な静電引力を発生させ、これが Si ウェハとガラス基板を強固に密着させる。同時に、Si とガラスの界面では、ガラス中に含まれる酸素が Si を酸化することで強固な接合が形成される。

30

## 【 0 0 2 8 】

陽極接合を封止に適用することの利点は、ガラスを直接、Si 基板に接合するので余分なコストが発生しないため、低コストな気密封止が可能なことである。

40

## 【 0 0 2 9 】

なお、本実施形態では第 1 のウェハ基板 2 w として Si を用いていることから、第 1 のウェハ基板 2 w と第 2 のウェハ基板 3 w の接合手段として、陽極接合を用いたがこれに捉われる必要はなく、はんだ材、接着剤等により接合を行ってもかまわない。

## 【 0 0 3 0 】

次に図 2 ( d ) で、ダイシングブレード 4 でウェハダイシングによりウェハレベルパッケージングされた光モジュール 6 に個片化する。光モジュール 6 の裏面には、電気的な導通をとるために、図 2 ( e ) のようにはんだパンプ 5 として、Sn-3Ag-0.5Cu のはんだパンプを形成する。これにより、個片化された光モジュール 6 はチップとして扱うことが可能となる。はんだパンプ 5 が形成された光モジュール 6 は、例えば、電気配線が形成された

50

有機基板にはんだバンプ5を介して接合されることとなる。

【0031】

次に、図2(f)で光伝送路7と第2の基板3に接合する。本実施形態では、光伝送路7として、プラスチックファイバ(POF)を用いている。光伝送路7と第2の基板3の接合は、図3に示すように第2の基板3上の光素子1からの光信号が透過する箇所に位置合わせを行ったのち、レーザ光によってPOFのクラッド層71と第2の基板3のガラス材を溶着することにより、光伝送路7を第2の基板3に固定する。本実施形態では光伝送路7としてPOFを用いているが、このメリットは一般にPOFのコア層72は125 $\mu$ mとシングルモードファイバのそれに比べ大きいため、要求されるPOFの位置合わせ精度が緩和される点とレーザ溶着による固定が容易な点から、調芯工程が簡便化することが可能であるためである。

10

【0032】

なお、本実施形態では第2の基板3への光伝送路7の固定方法としてレーザ溶着を用いたが、これに囚われる必要はなく、光伝送路7が第2の基板3に固定される方法であれば接着等の方法でもかまわない。

【0033】

次に、本実施形態における光結合構造の光配線への適用形態を図4を用いて説明する。本実施形態では、WLP化された光モジュール6を従来の電子機器における半導体素子のよう、光電気混載基板9上に搭載している。光電気混載基板上には、電気信号を伝送する電気配線91と光信号を伝送する光配線92が形成されている。光モジュール6と光電気混載基板9は例えば、Pbフリーはんだにより接続することにより、光モジュール6と光電気混載基板9の電氣的導通を確保している、なお、この光モジュール6と光電気混載基板9の接合材は、はんだに限らず、電氣的導通を確保できるものであれば例えば、導電性接着剤等でもかまわない。

20

【0034】

光電気混載基板9上に搭載された光モジュール6には、図2(e)に示した工程のようにレーザ溶着によりPOFが溶着される。同様に第2の基板3とレーザ溶着された側と反対側のPOF先端は、光電気混載基板9上の光配線92にレーザ溶着により固定されている。

【0035】

光電気混載基板9上の電気配線91から伝送された電気信号は、第1の基板内に形成された貫通ビア22を介して、LSI1aに伝送される。LSI1aは、伝送された電気信号に対応した信号を発生し、光素子1を駆動し光信号に変換される。変換された光信号は、第2の基板3を介して光伝送路7のコア層72に導かれる。さらに導かれた光信号はコア層72中を伝播し、光電気混載基板9上の光配線92中に光信号が伝送されることとなる。

30

【0036】

以上、本実施形態で説明した光結合構造によれば、WLP化した光モジュール6をチップとして扱うことが可能となり従来の電子機器における半導体素子の取り扱いと同様に光モジュール6を扱うことが可能となる。また、光伝送路7として、コア径の大きなPOFを用いることにより、要求される位置合わせ精度が緩和される点とレーザ溶着による固定が容易な点から、調芯工程が簡便化することが可能となる。

40

【実施例2】

【0037】

本発明の第二の実施形態について、図5を用いて説明する。本実施形態は、第一の実施形態において第2の基板3と光伝送路7の接合方法を変更したもので、他の構造、プロセスは第一の実施形態と同様である。

【0038】

本実施形態では、第2の基板3の光伝送路7が接合される箇所に予め、レーザ溶着に利用されるレーザ光の波長を吸収するレーザ光吸収樹脂10を供給している。これによりレーザ溶着の際、照射されるレーザ光はレーザ光吸収樹脂10に吸収され、レーザ光吸収樹脂が発熱することとなる。この発熱により、レーザ溶着部の温度が上昇することとなり、

50

第2の基板3と光伝送路7の接合強度の向上が期待できる。

【0039】

第2の基板3上に供給されるレーザ光吸収樹脂10は、ごく薄く供給されることが望ましい。これは、第2の基板3と光伝送路7の間にレーザ光吸収樹脂が存在すると第2の基板3より出射される光信号が、レーザ光吸収樹脂10により吸収、散乱されることにより、結果として光伝送路7に伝播される光信号強度が低下するおそれがあるためである。本実施例では、スピコートによるレーザ光吸収樹脂10を第2の基板3に供給することにより供給厚さを10 μm以下としている。

【0040】

また、レーザ光吸収樹脂10の屈折率は第2の基板3もしくは光伝送路7のコア層72の屈折率とほぼ同等であることが望ましい。レーザ光吸収樹脂10は、第2の基板3と光伝送路7の間に存在するため、レーザ光吸収樹脂10の両界面で屈折率差が存在すると、界面において屈折率差に起因するフレネル反射損が生じるためである。このフレネル反射損を低減させるため、本実施形態ではレーザ光吸収樹脂10の屈折率は第2の基板3のガラスの屈折率とほぼ同等の屈折率の樹脂としている。

【0041】

以上、本実施形態で説明した光結合構造によればレーザ溶着部の温度が上昇を伴うこととなり、第2の基板3と光伝送路7の接合強度の向上を図ることができる。

【実施例3】

【0042】

本発明の第三の実施形態について、図6を用いて説明する。本実施形態も、第一の実施形態において第2の基板3と光伝送路7の接合方法を変更したもので、他の構造、プロセスは第一の実施形態と同様である。

【0043】

本実施形態では、第2の基板3の光伝送路7が接合される箇所に予め、透明樹脂11を供給している。透明樹脂11の屈折率は光伝送路7のコア層72の屈折率より大きな樹脂を用いている。レーザ溶着の際、照射されるレーザ光により第2の基板3のガラス、光伝送路7が溶融するが、このとき透明樹脂11が光伝送路7中に拡散する。これにより光伝送路7には透明樹脂11の拡散層12が形成される。拡散層12には、第2の基板3との界面側の屈折率が界面から遠い側の屈折率よりも大きくなるような屈折率分布が生じる。このような屈折率分布が光伝送路7のコア層72に存在する場合、拡散層12ではGrin (Graded Index) レンズと同様の効果が発生する。換言すると第2の基板3より出射される光信号が、拡散層12において収束されることとなり、結果として光伝送路7中を伝播する光信号強度が向上することが期待できる。

【0044】

なお、本実施形態でもスピコートにより透明樹脂11を第2の基板3に供給することにより供給厚さを10 μm以下としているが、透明樹脂11の供給方法はスピコートに限らず、拡散層12を形成可能な分量を供給できればこの限りではない。

【0045】

以上、本実施形態で説明した光結合構造によれば光伝送路7中に屈折率分布を生じさせ、Grinレンズ効果を伴うこととなり、光伝送路7中を伝播する光信号強度が向上を図ることができる。

【実施例4】

【0046】

本発明の第四の実施形態について、図7を用いて説明する。本実施形態も、第一の実施形態において第2の基板3と光伝送路7の接合方法を変更したもので、他の構造、プロセスは第一の実施形態と同様である。

【0047】

本実施形態では、第2の基板3のガラス材として、ガラス材の屈折率が光伝送路7のコア層72の屈折率より大きいものを用いている。これにより、実施例3と同様にレーザ溶

10

20

30

40

50

着の際、照射されるレーザー光により第2の基板3のガラス材、光伝送路7が溶融するが、このときが第2の基板3のガラス材が光伝送路7中に拡散する。これにより光伝送路7には第2の基板3のガラス材の拡散層12が形成される。結果として、実施例3と同様に拡散層12には、第2の基板3との界面側の屈折率が大きくなるような屈折率分布が生じ、Grinレンズ効果が発生する。

【0048】

以上、本実施形態でも光伝送路7中に屈折率分布を生じさせ、Grinレンズ効果を伴うこととなり、光伝送路7中を伝播する光信号強度が向上を図ることができる。

【実施例5】

【0049】

本発明の第五の実施形態について、図8から図10を用いて説明する。

【0050】

図8は、第五の実施形態における光結合構成を説明する図面である。図9は、第五の実施形態における光結合プロセスを説明する断面図面である。図10は、第五の実施形態における光結合構成を適用した光モジュールを説明する図面である。

【0051】

まず、図8を用いて第五の実施形態における光結合構成を説明する。

【0052】

第五の実施形態は、第1のウェハ基板2、光素子1、LSI1a、光伝送路7、はんだバンプ5を備えている点が、第一の実施形態と同様であり、その構造、プロセスの詳細な説明は省略する。第五の実施形態では、第2のウェハ基板を備えず、光素子1の周囲に透明樹脂13を備えている点が第一の実施形態と異なる。透明樹脂13は、光素子1を覆うとともに、光伝送路7に接続されている。光素子1から出射された光信号は、透明樹脂13を介して光伝送路13のコア層に導かれ、その中を伝播することとなる。

【0053】

次に、図9を用いて第五の実施形態の具体的な光結合プロセスを説明する。

【0054】

まずは、第一の実施形態と同様のプロセスに、図9(a)に示すように、第1のウェハ2上に光素子1とLSIを配置し、下にはんだバンプ2を配置する。第一の実施形態と異なり、本実施例では第2のウェハを備えておらず、第2のウェハを第1のウェハ2の接合するプロセスがない点は異なっている。

【0055】

次に、図9(b)で光伝送路7と光素子1を接合する。本実施形態では、光伝送路7として、プラスチックファイバ(POF)を用いている。まずは、光素子1の上に透明樹脂13を塗布し、硬化させる。このとき、透明樹脂13は光素子1の全体を覆い、光素子1を気密封止する。その後、光伝送路7と光素子1は上記光素子1からの光信号が透過する箇所にPOFの位置合わせを行ったのち、レーザー光によって透明樹脂13とPOFとを溶着している。

【0056】

本実施形態において、透明樹脂13として好適なものはUV硬化型樹脂であるが、熱硬化樹脂を用いてもよい。

【0057】

また、光伝送路7の固定方法としては、レーザー溶着に限らない。例えば、UV硬化型樹脂を用い、UV硬化型の透明樹脂13を塗布後硬化前に光伝送路7と光素子1の位置合わせを行い、UV光を照射して透明樹脂13を硬化させ、透明樹脂13で光伝送路7を接着固定することにより、大幅に作業時間を低減させることが可能となるためである。

【0058】

本実施形態でも光伝送路7としてPOFを用いているが、このメリットは一般にPOFのコア層72は125 $\mu$ mとシングルモードファイバのそれに比べ大きいため、要求されるPOFの位置合わせ精度が緩和される点と透明樹脂13との接続性が良好なためである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態では光伝送路 7 の固定方法として UV 硬化型樹脂を用いたが、これに囚われる必要はなく、光伝送路 7 が固定される方法であれば熱硬化型樹脂等の他の透明樹脂でもかまわない。また、レーザ溶着により光伝送路を接続する場合には、本発明の第二の実施形態と組み合わせて、透明樹脂 1 3 と光伝送路 7 の間にレーザ光吸収樹脂を設けてレーザ溶着してもよい。また、第三の実施形態のように、レーザ溶着時に透明樹脂 1 3 を光伝送路 7 中に拡散させてもよい。また、透明樹脂 1 3 の塗布・硬化や、光伝送路 7 の接続は、ウェハを個片化した状態で行ったが、透明樹脂 1 3 の塗布・硬化や、さらには光伝送路 7 の接続まで、個片化前のウェハ状態で行ってもよい。

## 【 0 0 6 0 】

次に、本実施形態における光結合構造の光配線への適用形態を図 1 0 ( a ) ( b ) を用いて説明する。図 1 0 ( a ) は、本実施形態にかかる光モジュール実装構造の斜視図であり、図 1 0 ( b ) は断面図である。図 4 に示す第一の実施形態と共通する点は、説明を省略する。本実施形態では、個片化された光モジュール 6 を従来の電子機器における半導体素子のように、光電気混載基板 9 上に搭載している。光電気混載基板 9 上に搭載された光モジュール 6 には、図 9 ( b ) に示したように透明樹脂 1 3 により POF が溶着される。同様に光素子 1 と接着された側と反対側の POF 先端は、光電気混載基板 9 上の光配線 9 2 に固定されている。

## 【 0 0 6 1 】

光電気混載基板 9 上の電気配線 9 1 から伝送された電気信号は、第 1 のウェハ基板内に形成された貫通ビア 2 2 を介して、LSI 1 a に伝送される。LSI 1 a は、伝送された電気信号に対応した信号を発生し、光素子 1 を駆動し光信号に変換される。変換された光信号は、透明樹脂 1 3 を介して光伝送路 7 のコア層 7 2 に導かれる。さらに導かれた光信号はコア層 7 2 中を伝播し、光電気混載基板 9 上の光配線 9 2 中に光信号が伝送されることとなる。

## 【 0 0 6 2 】

以上、本実施形態で説明した光結合構造によれば、光モジュール 6 をチップとして扱うことが可能となり従来の電子機器における半導体素子の取り扱いと同様に光モジュール 6 を扱うことが可能となる。また、光伝送路 7 として、コア径の大きな POF を用いることにより、要求される位置合わせ精度が緩和される点と透明樹脂による接続が容易な点から、調芯工程が簡便化することが可能となる。

## 【 実施例 6 】

## 【 0 0 6 3 】

本発明の第六の実施形態について、図 1 1 を用いて説明する。本実施形態も、第五の実施形態と同様に透明樹脂 1 4 により光伝送路 7 を接合したものであり、構造、プロセスは第五の実施形態と同様である。

## 【 0 0 6 4 】

本実施形態では、ダイシングにより光モジュール 6 に個片化した後、光素子 1 のみならず L S I 1 a も含む光モジュール全体を透明樹脂 1 3 で気密封止している。これにより、光モジュール 6 の光路への異物混入を防ぐことが可能となる。さらに、耐湿性の向上を図ることも可能となる。

## 【 0 0 6 5 】

なお、個片化前にウェハ状態で、一塊の透明樹脂で複数の光モジュールの光素子 1、L S I 1 a を封止し、透明樹脂ごとウェハをダイシングして個片化してもよい。

## 【 0 0 6 6 】

以上、本実施形態では、光素子の樹脂封止することとなり、信頼性の向上も図ることが可能となる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 7 】

1 . . . 光素子

10

20

30

40

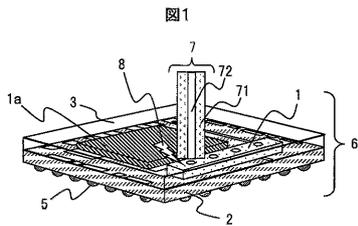
50

- 1 a . . . LSI
- 2 . . . 第 1 の基板
- 2 w . . . 第 1 のウェハ基板
- 2 1 . . . 電極パターン
- 2 2 . . . 貫通ビア
- 3 . . . 第 2 の基板
- 3 w . . . 第 2 のウェハ基板
- 4 . . . ダイシングブレード
- 5 . . . はんだバンプ
- 6 . . . WLP光モジュール
- 7 . . . 光伝送路
- 7 1 . . . 光伝送路クラッド層
- 7 2 . . . 光伝送路コア層
- 8 . . . レーザ溶着光源
- 9 . . . 光電気配線混在基板
- 9 1 . . . 電気配線
- 9 2 . . . 光配線
- 1 0 . . . レーザ光吸収樹脂
- 1 1 . . . 透明樹脂
- 1 2 . . . 拡散層
- 1 3、1 4 . . . 透明樹脂

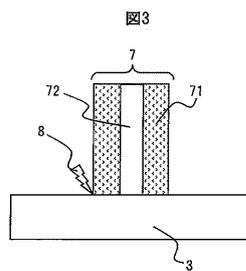
10

20

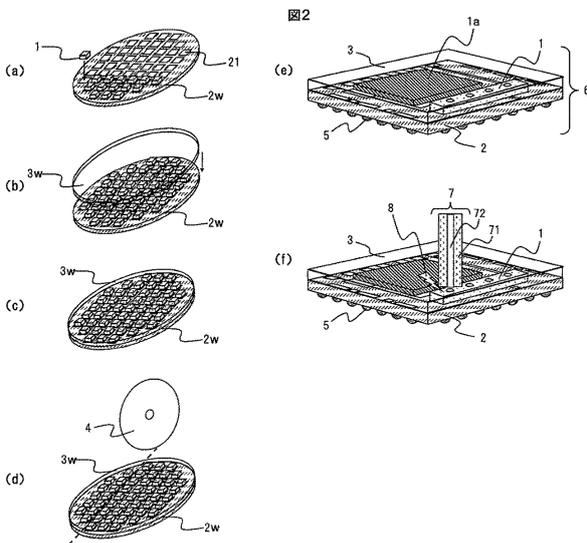
【 図 1 】



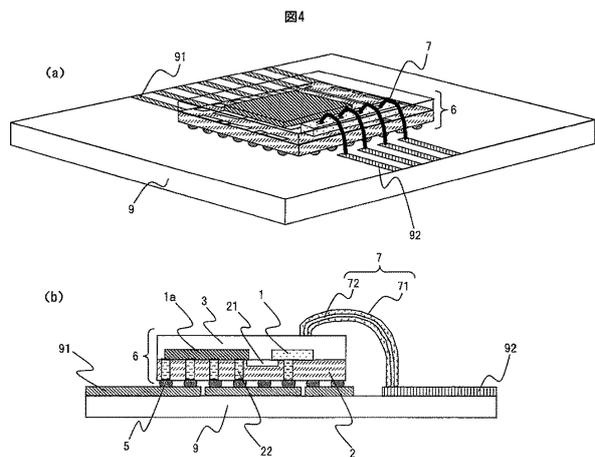
【 図 3 】



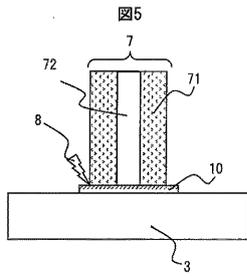
【 図 2 】



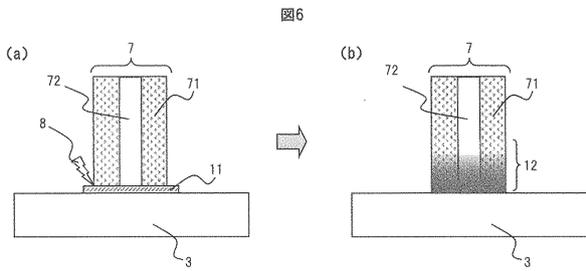
【 図 4 】



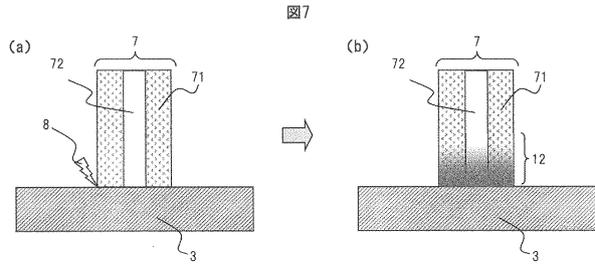
【 図 5 】



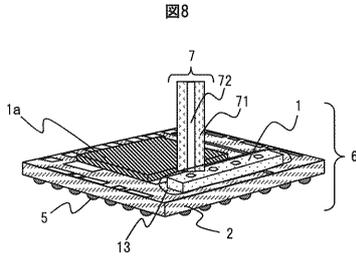
【 図 6 】



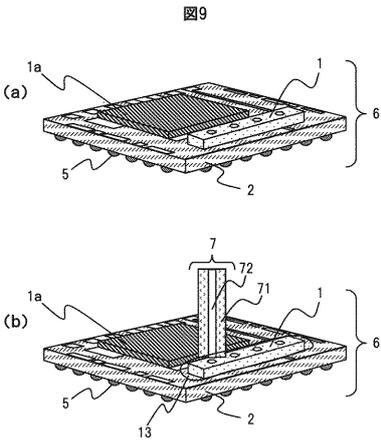
【 図 7 】



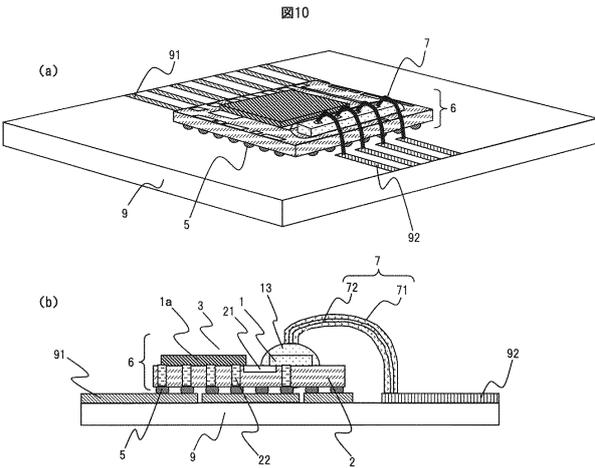
【 図 8 】



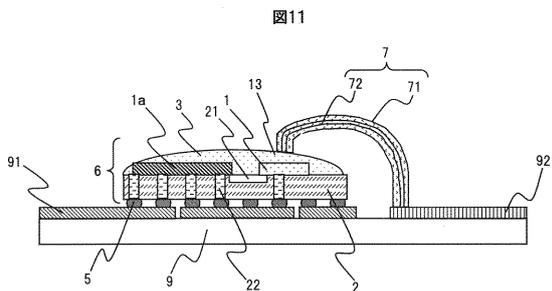
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 濱村 沙織

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内

審査官 奥村 政人

(56)参考文献 特開2009-199037(JP,A)  
国際公開第2006/035605(WO,A1)  
特開2006-126566(JP,A)  
特開平04-140702(JP,A)  
特開2008-281695(JP,A)  
特開2007-108471(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

|      |             |
|------|-------------|
| G02B | 6/12 - 6/14 |
| G02B | 6/26 - 6/27 |
| G02B | 6/30 - 6/34 |
| G02B | 6/42 - 6/43 |