

最近の技術から

パッシブアライメント

本 望 宏

NEC 機能エレクトロニクス研究所 〒216 川崎市宮前区宮崎 4-1-1

1. ま え が き

21世紀のマルチメディア時代に向けた加入者網の光化の手段として、一般家庭まで光ファイバーを引き込む構想である FTTH (fiber to the home) がクローズアップされている。FTTH では、光/電気変換ユニット (ONU: optical network unit) を介して屋外の光ファイバーと屋内にある電話機や TV 等の各種端末が接続され、双方向の情報伝達が行われる。ONU は、光信号と電気信号とを変換する発光/受光素子や光ファイバー等からなる光モジュールで構成されている。また、ONU、すなわち光モジュールは、各家庭に設置される性質上、小型、量産、低価格化が必要条件とされている。特に、低価格化には光モジュールの組立工数の低減が不可欠であり、近年、この工数低減を狙った方式として、光軸調整 (アライメント) を省略したパッシブアライメント方式が注目されている¹⁾。本稿では最近のパッシブアライメントの研究開発内容について紹介する。

2. アライメント方式

現状のアライメント方式は、実際に発光あるいは受光素子を動作させて光ファイバーとの光結合を行うアクティブアライメント方式と、光結合を行わずに組み上げるパッシブアライメント方式に分けられる。アクティブアライメント方式は、例えば、発光素子として半導体レーザー (LD: laser diode) を用いた場合には LD の出力光を光ファイバーに取り込み、その光ファイバーの出力光が最大になるように互いの相対位置を調整して組み上げられる。この方式は多くの調整時間を要するため、光モジュールの低価格化の大きな妨げになっている。一方、パッシブアライメント方式は光量をモニターせずに組み立てるため、素子の位置合せが不要となり、組立コストの大幅な低減を図ることができる。パッシブアライメント方式は、①溶ダバンプのセルフアライン効果を利用したもの、②画像認識による高精度マウンタを用いたもの、③光素子または実装基板に凹凸やV形状の高精

度加工を施し、突き当てやはめ合いで位置決めするものの三つに大別される。以下に各方式について説明する。

3. 各種パッシブアライメント方式

① ソルダバンプ方式

実装基板上に溶ダバンプを介して光素子を接合する方式^{2,3)}で、接合の際のバンプ溶融時に生じる表面張力により光素子を自動的に規定の位置に接合する (セルフ

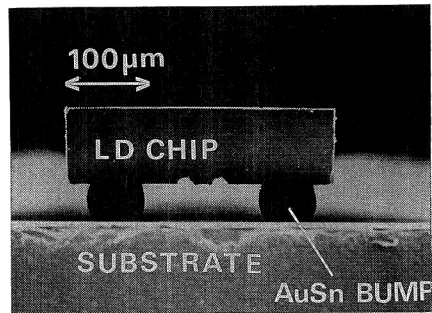
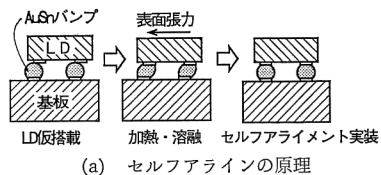


図 1 AuSn バンプによるチップ実装

X, Y: V溝により位置規定
Z: 溝側面への突き当てにより位置規定

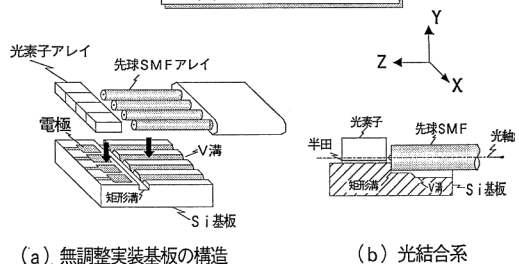


図 2 V 溝実装構造

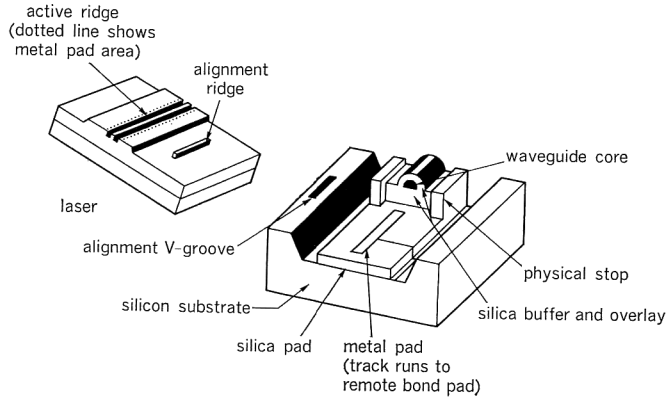


図3 はめ合い実装構造

アライン効果). この方式は簡易な方式として注目されており, 高信頼性の AuSn ソルダバンプを用いたフラックスレス接合が実現している²⁾. 図1は, AuSn ソルダバンプで接合した LD の外観である. 実装精度は, 平均で $\pm 0.6 \mu\text{m}$ と目標である $1 \mu\text{m}$ 以下が達成されている.

② 高精度マウンタ方式

光素子と実装基板に設けた位置合せマーカを画像認識で識別し, マーカーを基準にして高精度マウンタにより光素子を自動的に実装する方式^{4,5)}である (ビジュアルアライン). 画像認識を用いるため位置決め工程の自動化が容易である. 実装精度は $\pm 0.3 \mu\text{m}$ 程度が実現している⁴⁾.

③ 部材加工方式

代表的な構成の一つとして, シリコン基板上に異方性ウエットエッチングにより高精度な V 溝を形成し, 溝内に光ファイバーやレンズを配置し, 無調整実装を行うものがある (図2)^{6,7)}. この構成は, 同じシリコン基板上に光の線路である光導波路を形成することや LD を実装することも可能なため, 高密度に実装できる利点がある. 例えば LD の場合では, LD と実装基板に凹凸部を設け, はめ合いにより実装精度 $1.5 \mu\text{m}$ 程度を得ている (図3)⁸⁾. 一方, 実装基板を用いない構成としては, 光ファイバー端面コアとレンズ部中心に選択エッチングにより凹凸を設け, 突合せで無調整化を行っているものがある⁹⁾. 部材加工方式の特長は, エッチング, 機械加工等の従来プロセスが利用でき, 大型光部品にも適用が容易なことなどである.

4. む す び

パッシブアライメントの研究開発は今後ますます活発

になると思われる. その研究の進展により, 低価格光モジュールがより現実的なものになると期待されるが, 実装を考慮した光デバイス設計も議論すべき重要課題と考えられる.

文 献

- 1) 伊藤正隆: “光通信用光デバイスの実装技術動向”, 電子材料, **33** (1994) 40-44.
- 2) J. Sasaki, Y. Kaneyama, H. Honmou and M. Itoh: “Self-aligned assembly technology for optical devices using AuSn solder bumps flip-chip bonding,” LEOS '92 (1992) pp. 260-261.
- 3) K.P. Jackson, E.B. Flint, M.F. Cina, D. Lacey, J. M. Trehwella, T. Caulfield and S. Sibley: “A compact multichannel transceiver module using planar-processed optical waveguides and flip-chip optoelectronic components,” 42nd ECTC (1992) pp. 93-97.
- 4) 河谷篤寛, 栗原 充, 藏田和彦, 山内賢治, 田中英樹: “LD 素子実装機の開発”, 信学春季大会, C-291 (1994).
- 5) M. S. Cohen, M. F. Cina, E. Bassous, M. M. Oprysko, J. L. Speidell, F. J. Canora, Jr. and M. J. Defranza: “Packaging of high-density fiber/laser modules using passive alignment techniques,” 42nd ECTC (1992) pp. 98-107.
- 6) 本望 宏, 伊藤正隆: “加熱処理先球単一モードファイバの高効率光結合”, 信学技報, **OPE 94-64** (1994) 79-84.
- 7) T. Wipiejewski, K. Panzlaff, E. Zeeb, B. Weibl and K. J. Ebeling: “Efficient alignment tolerant coupling of vertical-cavity lasers to single-mode fibers,” ECOC '93 (1993) pp. 333-336.
- 8) C. A. Jones, K. Cooper, M. W. Nield, J. D. Rush, R. G. Waller, J. V. Collins and P. J. Fiddymont: “Hybrid integration of a laser diode with a planar silica waveguide,” Electron. Lett., **30** (1994) 215-216.
- 9) 加藤利夫, 渡辺隆司, 水野ロジェリオ純, 馬場俊彦, 伊賀健一: “アッテンマイクロコネクタ II による自導光結合法(2)”, 信学秋季大会, C-206 (1994).

(1994年12月22日受理)