

光電気インターコネクションモジュール用LFI (Lead Frame Inserted) フェルールの開発

桜井 渉*・清田 光政・田村 充章

Development of LFI (Lead Frame Inserted) Ferrule for Optoelectronic Interconnection Modules — by Wataru Sakurai, Mitsumasa Seita and Mitsuaki Tamura — With the rapid development of today's digitally-networked information society, information electronic equipment is increasingly required to process large-volume information at high speed. Recently, the optical interconnection technology is getting a lot of attention as a mean to achieve high-speed transmission. The authors have developed a new type of optoelectronic ferrule called the "LFI" (or Lead Frame Inserted) ferrule for application to optical interconnection modules. The LFI ferrule is fabricated by integrally molding a minute lead frame with the electrode at the end face of a plastic multi-fiber ferrule. After the optical fiber hole position accuracy and electrode position accuracy were checked, it was confirmed that the LFI ferrule is on a practical level without problems. The use of the LFI ferrule allows the parts count to be reduced and eliminates the need for precise core alignment, thus making it possible to manufacture photoelectrical conversion modules at lower costs.

1. 緒言

デジタルネットワーク情報社会の急速な発展に伴い、パソコン、テレビ、携帯電話、家庭用ゲーム機といった情報家電機器において高精彩動画の処理が必要となり、大容量の情報的高速で処理する必要性が急増してきている。しかし、従来のFR4プリント配線板ベースの電気配線では、情報伝送速度が限界に近づいており、システム性能の向上が困難になってきている。

この状況を打破する手段として、光インターコネクションがある。光インターコネクションは電気信号を光信号に変換し、光ファイバや光導波路の広帯域性を生かして大容量高速伝送を行う方式である。電気伝送線路における信号の遅延のみだけでなく、高速化に伴う電磁干渉、発熱、消費電力の上昇といった課題を一挙に解決できる可能性があり、近年この光インターコネクションの開発が活発化してきている。

しかし、情報家電機器に光インターコネクションを導入するには光電変換モジュールの低コスト化、小型化が必須である。我々は、次世代光インターコネクションモジュール用に、従来のプラスチック製多心光フェルールの接続端面に微細リードフレームを一体成形して電極を形成した、電気複合型の光フェルール（光ファイバ位置決め部品）、LFI (Lead Frame Inserted) フェルールを新たに開発した⁽¹⁾、⁽²⁾。本製品の端面に直接VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) やPD (Photo Diode) といった受発光素子を位置決めして実装した後、フェルールに光ファイバを挿入するだけで光サブアセンブリが完成する。従来の光イ

ンターコネクションモジュールに比較し、レンズなどの部品を少なくすることが出来るので、大幅なコスト低減が可能となる。本報告では、LFIフェルールを利用したモジュールの優位性、設計、製造、成形品の寸法評価結果を示す。

2. LFIフェルールを用いた光モジュールの優位性

LFIフェルールは、プラスチック多芯光フェルールの端面（光ファイバ穴開口が存在する面）に、電極用のリードフレームが一体成形された部品である。外観を図1に示す。

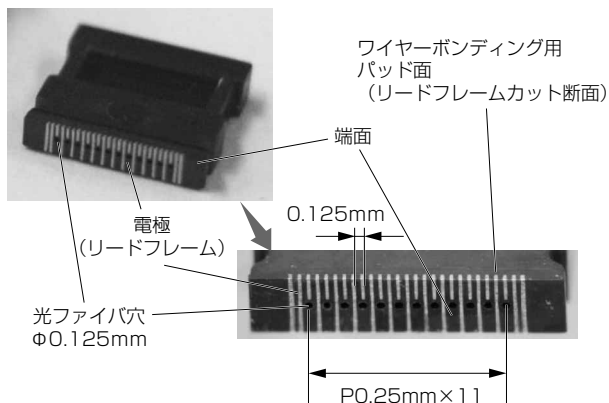


図1 LFIフェルールの構造

0.25mm ピッチで配列されたφ0.125mmの光ファイバ穴が12個形成される。各ファイバ穴1つに対して、受発光素子用に2本の電極が配置される。電極の幅は0.05mmであり、0.125mmピッチで配置されている。端面から連続する面には一体成形されたリードフレームのカット断面が露出しており、ICからの信号を導くためのワイヤーボンディング用パッド面として使用される。端面側のリードフレーム表面、リードフレームカット断面にはニッケルめっき、金めっきが施されている。

次に、**図2**にLFIフェルールを用いた光電変換モジュールと、従来の典型的な光電変換モジュール構造の概略を示す。

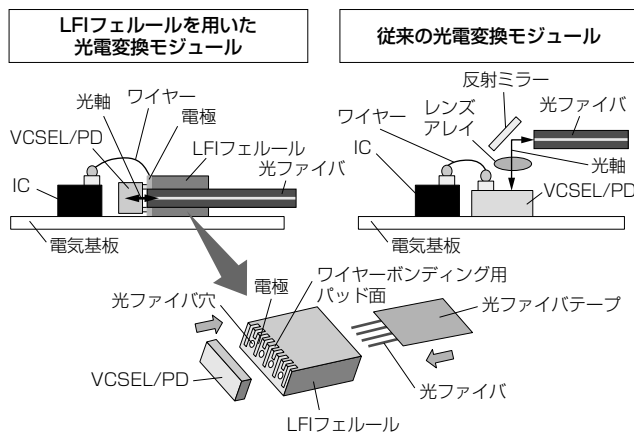


図2 従来の光電変換モジュール構造とLFIフェルールを用いた光電変換モジュールの構造比較

従来の光電変換モジュールは電気基板上にVCSEL/PDが実装される。電気基板面に対して光軸が垂直となり、電気基板面に平行に配線される光ファイバに光を結合するためには、反射ミラーが必要となる。また、VCSEL/PDに光ファイバを近接させて直接結合できないため、効率良く光を光ファイバに結合するためにレンズアレイが用いられ、受発光素子、レンズアレイ、光ファイバの3体調心を必要とする。この様に構成部品数が多く、高精度な光学調心が必要なため、コスト高を避けられない状況にあった。

一方で、LFIフェルールを用いた構造では、フェルールの光ファイバ穴位置にVCSEL/PDの受発光部を位置合わせてしてFC (Flip Chip) 実装し、光ファイバ穴に光ファイバを挿入するだけで光電変換モジュールの光結合が高効率で実現される。部品点数が少なく、高精度なファイバ調心が不要で、低コスト化が可能である。**表1**にLFIフェルールを用いた光電変換モジュールと従来の光電変換モジュールの比較表を示す。

表1 LFIフェルールを用いた光電変換モジュールと従来の光電変換モジュールの比較

	LFIフェルールを用いた光電変換モジュール	従来の光電変換モジュール
構成部品数	少ない	多い (レンズアレイと反射ミラー)
光学調心	無し	2回 (VCSEL～レンズアレイ レンズアレイ～光ファイバ)
結合効率	高い (フェルールによる調心)	低い (高精度調心必要)
サイズ	小型	かさ高 (レンズアレイと反射ミラー)
コスト	安い	高い

3. LFIフェルールの製造方法

LFIフェルールは、フープ成形法で作製される。フープ成形は予めリードパターンを形成してリールに巻かれたフープ材(リードフレーム)を金型内に通し、フープ材上にプラスチックを成形する。成形後フープ材を一定量移動させ次の成形を行って、連続成形する。**図3**に製造金型の概略を示す。

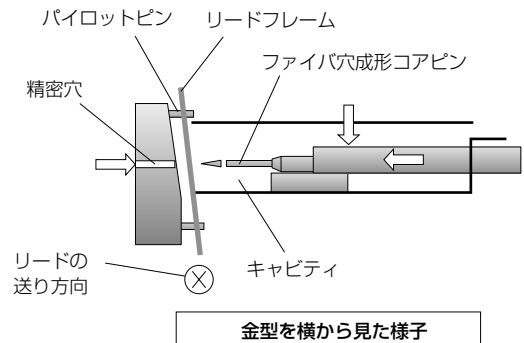


図3 LFIフェルール製造金型

フープ材は金型内で位置決めされ、その状態で樹脂が注入され一定時間金型内で保持して、固化され、リードフレームと共に金型から排出される。なお、今回の成形樹脂はプラスチック多心光ファイバコネクタ用のフィラー高充填グレードを使用した。

成形後の工程で、余分なリードフレームはフェルール表面で切り離される。その後、リードフレーム表面、切断面は無電解めっき法でNiめっき、Auめっきが施されて、LFIフェルールが完成する。

4. LFI フェルールの特性

LFI フェルールにおいては、VCSEL/PDと光ファイバ間の高効率な光結合を実現するために、光ファイバ穴精度が重要である。LFI フェルールの光ファイバ穴位置精度のヒストグラムを図4に示す。穴位置精度は、光ファイバ穴の両端心の中点を原点とした座標系における各ファイバ穴の設計値と実際のファイバ穴位置の2次元距離で定義される。穴位置精度は $1.4\mu\text{m}$ 以下であり、光インターコネクション用として一般的に用いられるGI (Graded Index) ファイバのコア径である $50\mu\text{m}$ に対し3%以下に抑制されており、高効率な光結合が期待できる。

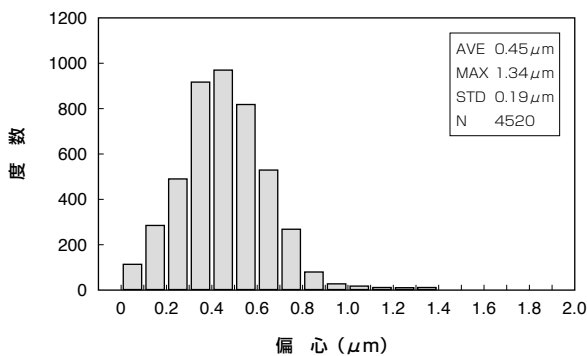


図4 光ファイバ穴位置精度

次に、インサート成形された電極（リードフレーム）の位置精度に関して説明する。このインサート電極はフェルール側の実装用端子として使用されるため、VCSEL/PD側の接続端子位置に合わせる事が重要となる。図5にリードフレームの位置精度結果を示す。図5には、 $N=452$ 個分のフェルールの各電極のリードずれの平均値と平均値 $\pm 3\sigma$ の値がプロットしてある。図5におけるリードずれとは、光ファイバ穴の両端心の中点を原点とした座標系における設計値からの実際のリード位置までの距離である。

リードずれ量はばらつきを含めて $15\mu\text{m}$ 以内であり、実装上問題ないものと考えられる。

5. 結 言

次世代光インターコネクションモジュール用途として、電気複合型の光フェルール、LFIフェルールを開発した。本部品は、フープ成形法という量産性に優れた方式で製造され、低コスト製造が可能である。更に、本部品を用いた光電変換モジュールは、部品点数が少なく、高精度なファイバ調心が不要なため、低コスト化が可能である。本報告では、LFIフェルールに必要な光ファイバ穴位置精度、電極の位置精度を確認し、実用上問題ないレベルであること

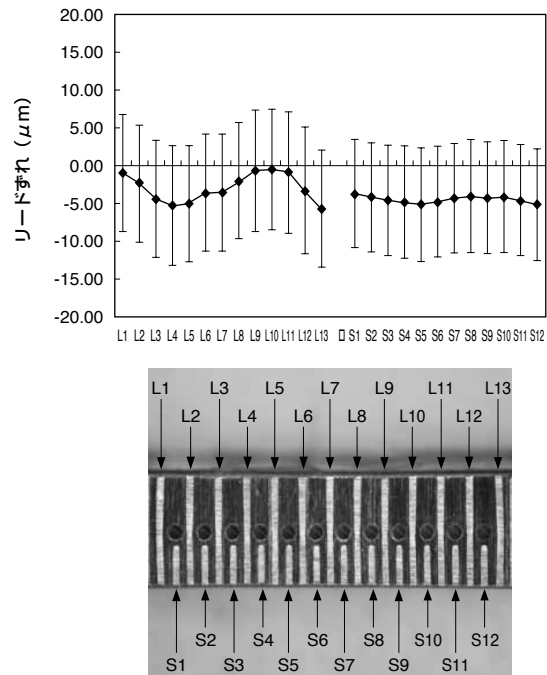


図5 リードフレーム位置精度

が確認された。現在、LFIフェルールを用いた光電変換モジュールを試作中であり、今後、モジュールに組んだ形態での初期特性、信頼性を確認していく。

参 考 文 献

- (1) Hiroshi Hamasaki, et al. "Novel Optoelectronic LSI Packaging Suitable for Standard FR-4 Printed Wiring Board with Bandwidth Capability of over 1Tbps". Proc. 56th ECTC, P.298-302 (2006)
- (2) Wataru Sakurai, et al. "A Novel Optoelectronic Ferrule for Cost-effective Optical Interconnection Modules". Proc. Vol.3 ECOC, P227-228 (2006)

執 筆 者

桜井 渉*: 光通信研究所 光部品研究部 主査

清田 光政 : 光機器事業部 機器製品部

田村 充章 : 光通信研究所 光部品研究部 プロジェクトリーダー

*主執筆者