

光インタコネクション用超高密度光コネクタ

光ケーブルシステム開発センター 佐場野 多賀彦¹・太田 達哉²・西村 顕人³・田中 利行⁴

High Density Multi-fiber Connector for Optical-Interconnection

T. Sabano, T. Ohta, A. Nishimura, and T. Tanaka

近年、伝送データの大容量化への必要性の高まりを受け、ブロードバンドルータ・サーバ等の伝送システムへの光インタコネクション技術が普及し始めている。システム内には電子素子・電気コネクタが高密度実装されているため、光インタコネクションにおける光コネクタの実装密度は特に重要なパラメータとなる。今回、従来の多心光コネクタに準拠した寸法で、超高密度な光コネクタを開発したので報告する。

Recently, the growth of large capacity data transmission has expanded optical interconnection technology for transmission systems such as broadband routers and servers. As electronics devices and electrical connectors are packed into highly-dense systems; their package density becomes an important parameter.

The current study presents the development of a High Density Multi-fiber Connector for Optical-Interconnection with the same configuration as a conventional optical connector.

1. ま え が き

近年、インターネットの普及にともない、バックボーン系、メトロ系、そして、FTTH (Fiber To The Home) を含むアクセス系へと光ファイバネットワークの構築域は拡大し、通信インフラ設備環境の向上が進んでいる。さらに、金融機関をはじめとした企業のリアルタイムデータストレージに代表されるような、インターネットをかいした多様なサービスの供給が急速に展開している。このため、データ伝送の大容量化への必要性が高まっており、これらを支えるブロードバンドルータ・サーバ等の伝送システムへの光インタコネクション技術が普及し始めている。

現在、既にシステム間では多心光接続が進んでいるが、伝送速度 10 Gbps/ch を超える帯域ではシステム内での光接続が優位性を増すことになる¹⁾。システム内に光接続を導入するためのキーパーツとして、光コネクタがあげられる。しかし、システムの機器内、基板上光配線プリント基板、バックパネルには電子素子・電気コネクタが高密度実装されており(図1)、光配線領域・光コネクタ接続領域は非常に限定される。そのため、光インタコネクションにおいて、光コネクタの実装密度は重

要なパラメータとなる。

今回、これらの要求に対応する光コネクタとして、従来の JIS C 5981 にて標準化されている F12 形多心光ファイバコネクタに準拠した寸法で、超高密度な光コネクタを開発した²⁾ので報告する。

2. 構 造

2.1 光コネクタの構成

図2は、JIS C 5981 にて標準化されている F12 形多心光ファイバコネクタ (MT コネクタ) の構成である。MT コネクタは、MT フェルール、ガイドピン、クランプスプリングで構成される。MT コネクタの主要部品である MT フェルールは、ガイドピン用の2つのガイドピン穴と、光ファイバを接着固定するための複数の光ファイバ穴を有する(図3)。

MT コネクタを接続状態にする際は、2本のガイドピンにより MT フェルールに接着固定した光ファイバの先端同士を高精度に位置決めする。そして、クランプスプリングを用いて一定の押圧を印加することで、安定した接続状態を保持する。

通常の MT フェルール (断面寸法: 横 6.4 mm × 縦 2.5 mm) には、1次元配列の場合、光ファイバ穴を 0.25 mm ピッチで配置することで、最大 12 心の光ファイバを実装することができる(図4)。一方、2次元配列の場合、水平および垂直方向に 0.25 mm ピッチで光ファイバ穴を配置することで、最大 72 心の光ファイバを実

1 光機器開発部

2 光機器開発部主査

3 光機器開発部主席研究員

4 光機器開発部グループ長

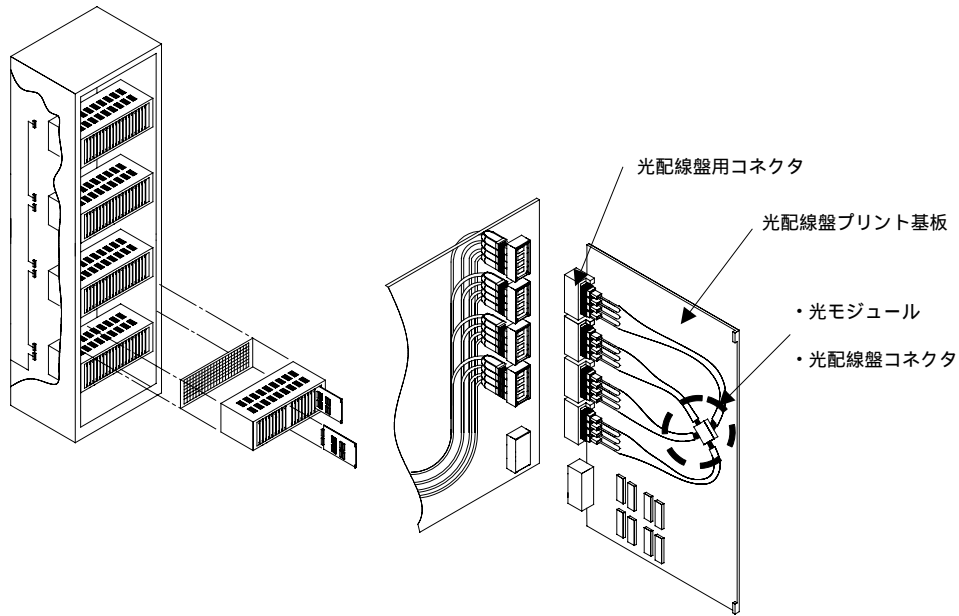


図1 伝送システム内部
Fig. 1. Transmission system.

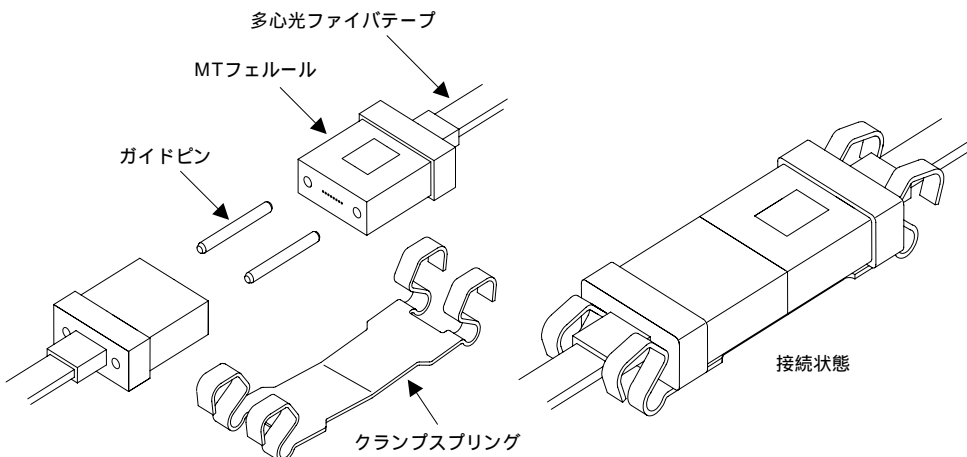


図2 MTコネクタの構成
Fig. 2. Structure of MT connector.

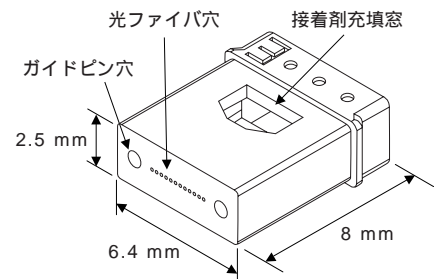


図3 MTフェルール
Fig. 3. MT ferrule.

装することができる³⁾。また、通常よりも幅広のMTフェルール(断面寸法:横8.4 mm × 縦2.5 mm)に、80心(0.25 mmピッチ, 16心 × 5段)を実装したことも報告している(図5)⁴⁾。

2.2 超高密度光コネクタ

今回開発した超高密度光コネクタ用MTフェルール(以下、超高密度MTフェルール)の外形寸法は、従来のF12形多心光ファイバコネクタ用のMTフェルールと同寸法である。超高密度MTフェルールは、横6.4 mm × 縦2.5 mmの端面に、100個の光ファイバ穴がそれぞれ0.25 mm間隔で最密に配置されており、100心の光ファイバを一括接続することが可能な構造となっている。

1次元配列の12 MTフェルールの端面図を図4に、2

次元配列の80 MTフェルールの端面図を図5に、超高密度MTフェルールの断面図を図6に示す。表に各種MTフェルールの光ファイバ実装密度の比較を示す。超高密度MTフェルールは、従来のMTフェルールに比べ大幅な高密度化を実現している。

3. 製造方法

3.1 金型構造

MTフェルールの金型構造には成形時のコアピンの位置決め固定をV溝加工を施した部品で行うV溝方式(図7)と、丸穴加工を施した部品で行う基準穴方式(図8)がある。

超高密度MTフェルールの金型構造は基準穴方式を

採用した。これは、基準穴方式には、MTフェルール設計時に光ファイバ穴配列の自由度を高めることができ、多段配列の場合にも容易に段数を増やすことができるというメリットがあるためである。

しかし、基準穴方式はV溝方式に比べ、金型部品の加工精度が劣る。これは金型の加工方法の違いによるもの

であるが、この加工精度はMTフェルールの穴位置精度に関わるため重要である。そこで、今回の超高密度

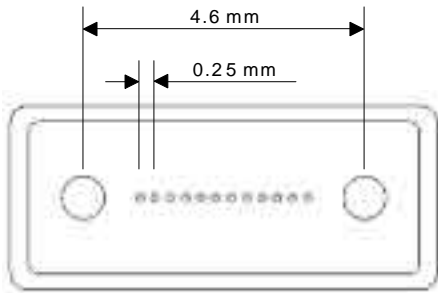


図4 12心MTフェルールの端面
Fig. 4. End face of 12-fiber MT ferrule.

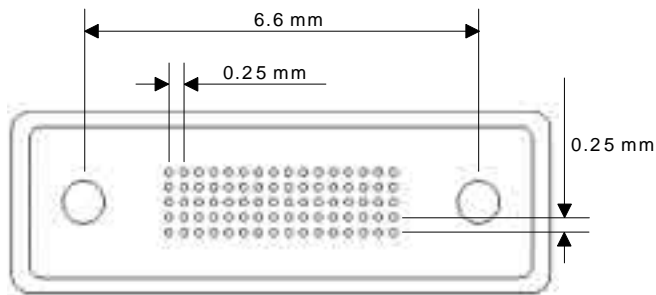


図5 80心MTフェルールの端面
Fig. 5. End face of 80-fiber MT ferrule.

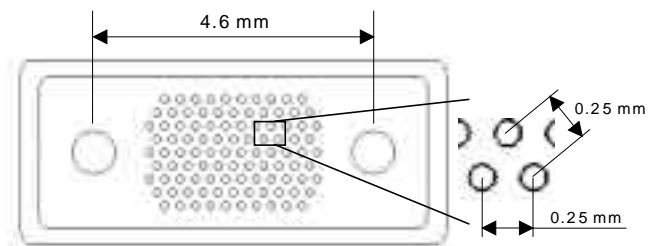


図6 超高密度MTフェルールの端面
Fig. 6. End face of high density multi-fiber MT ferrule.

表 光ファイバ実装密度の比較
Table. Optical fiber package density.

MTフェルール種類	12 MT	24 MT	80 MT	超高密度MT
光ファイバ穴配列	1次元配列		2次元配列	
光ファイバ心数	12	24	80	100
断面積 縦×横 (mm ²)	6.4 × 2.5		8.4 × 2.5	6.4 × 2.5
実装密度 (心 / cm ²)	75	150	381	625

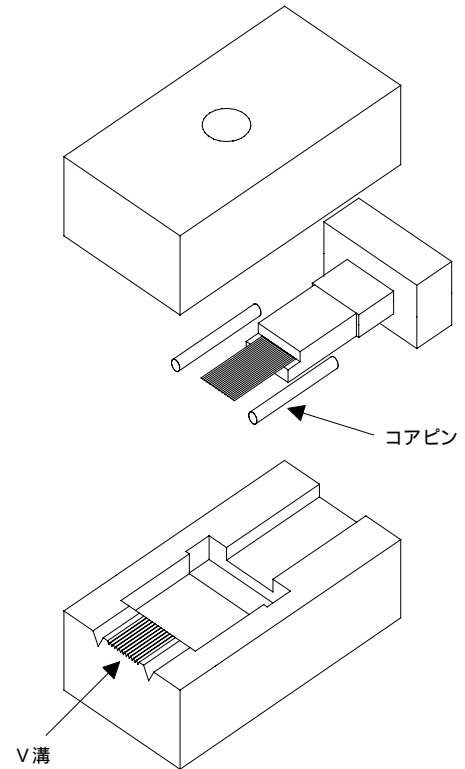


図7 V溝方式の金型
Fig. 7. Structure of V-groove type molding die.

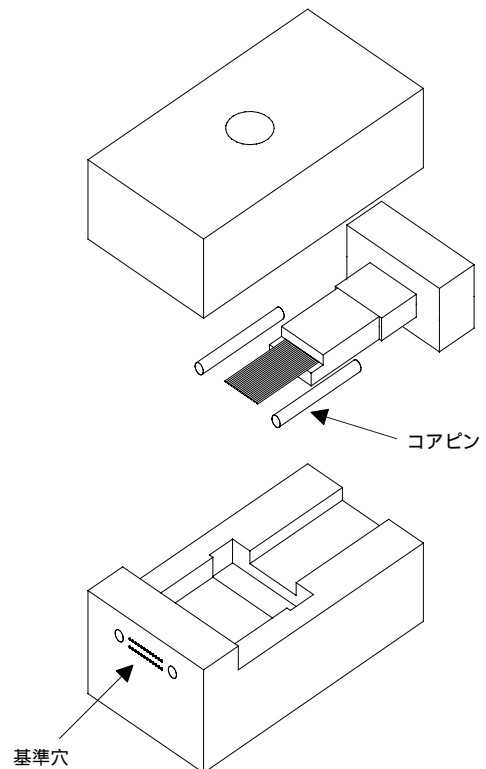


図8 基準穴方式の金型
Fig. 8. Structure of hole type molding die.

MT フェルールを実現するために、基準穴方式の金型加工技術について検討を行っている。

3.2 成形

超高密度 MT フェルールは、熱硬化性樹脂によるトランスファ成型で作製した。トランスファ成型は、加熱した金型を型締めし、予熱された樹脂をプランジャにて金型内に注入する。その後、保圧の状態では樹脂を熱硬化させ、一定時間保持した後、金型を開いて成型品を取出す(図9)。

成型に用いる熱硬化性樹脂は、優れた寸法安定性および機械的特性を実現するため、ガラス充填剤を多く含有した、特殊な低収縮エポキシ樹脂を採用している。

4. 特性評価

4.1 超高密度 MT フェルールの特性

今回開発した超高密度 MT フェルールの外観を図10に示す。

超高密度 MT フェルールの光ファイバ穴位置偏心率は、平均偏心率 $0.73 \mu\text{m}$ 、最大偏心率 $2.12 \mu\text{m}$ 、標準偏

差 $0.39 \mu\text{m}$ であった(図11)。光ファイバ穴位置偏心率とは、実際に作製した MT フェルールの光ファイバ穴位置中心の、基準となる位置からのズレ量を示すものである。

4.2 超高密度光コネクタの特性

前項の超高密度 MT フェルールを使用し、超高密度光コネクタの光学特性を確認した。

光ファイバは、光インタコネクション用の素線皮膜のヤング率を最適化した、コア径 $50 \mu\text{m}$ の GI 型光ファイバ³⁾を使用した。測定は、波長 850nm の LD 光源、屈折率整合材を使用して行った。超高密度光コネクタの外観を図12に、端面の拡大図を図13に示す。

超高密度光コネクタの接続損失測定結果は、平均接続損失 0.04dB 、最大接続損失 0.19dB 、標準偏差 0.04dB であり(図14)、今回開発した超高密度光コネクタが GI 光ファイバ接続において十分な接続損失特性を有していることが確認できた。

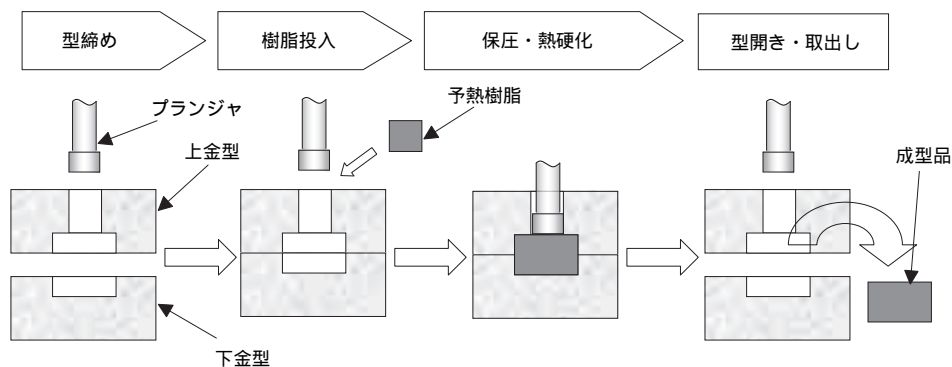


図9 トランスファ成型方法
Fig. 9. Transfer molding process.



図10 超高密度 MT フェルール
Fig. 10. High density multi-fiber MT ferrule.

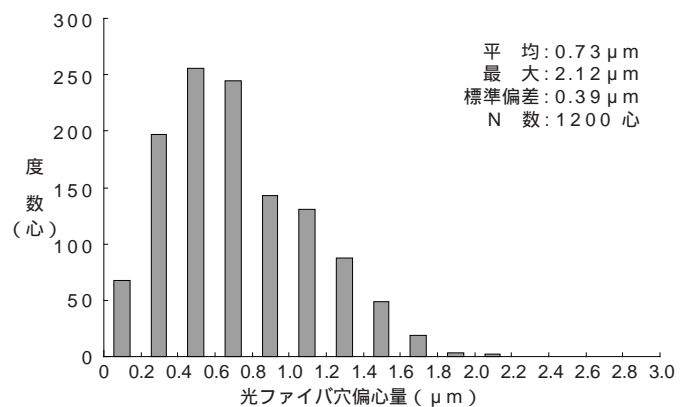


図11 超高密度 MT フェルールの光ファイバ穴位置偏心率
Fig. 11. Eccentricity of fiber hole position of high density multi-fiber MT ferrule.

5. 応用

今回、高精度丸穴加工技術を応用し、MTフェルールの端面にメタルプレートをインサート成型したタイプ（図15）についても試作を行った⁵⁾。

メタルプレートインサート型超高密度MTフェルールの光ファイバ穴位置偏心率は、平均偏心率0.25 μm 、最大偏心率0.39 μm 、標準偏差0.07 μm であった（図16）。

このように、MTフェルールの端面をメタルプレートで形成する超高密度MTフェルールの場合、高精度なMTフェルールを作製することができる。そのため、このメタルプレートインサート型超高密度MTフェル



図12 超高密度光コネクタ
Fig. 12. High density multi-fiber connector.

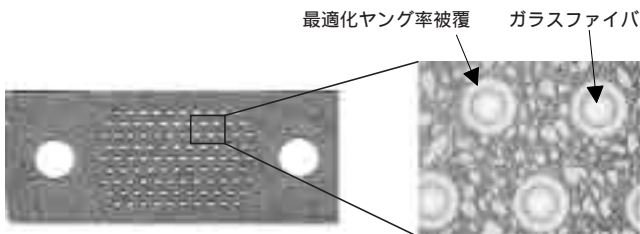


図13 超高密度光コネクタの端面拡大図
Fig. 13. Photo of end face of high density multi-fiber connector.

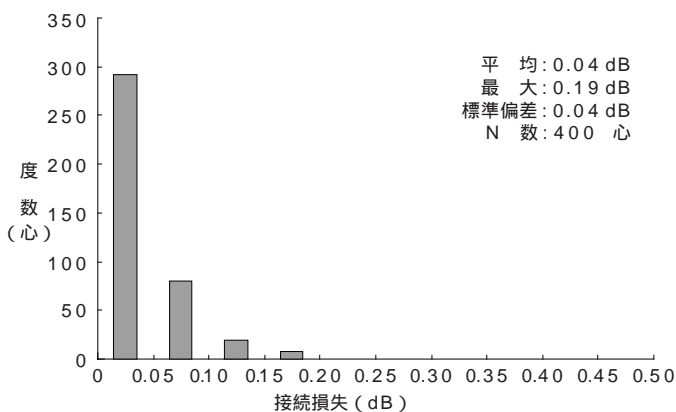


図14 超高密度光コネクタの接続損失
Fig. 14. Insertion loss of high density multi-fiber connector.

ルは、測定リファレンス用途としての可能性が期待できる。

6. むすび

われわれは、光インタコネクション用途とし、従来のJIS C 5981にて標準化されているF12形多心光ファイバコネクタに準拠した寸法で、100心の光ファイバを一括接続することが可能な超高密度光コネクタを開発した。そして、超高密度光コネクタが、GI光ファイバ接続において、十分な接続損失特性を有していることを確認した。

今後、本コネクタの開発にて得た要素技術を横展開し、光インタコネクションの発展に貢献できる、F12形多心光ファイバコネクタ以外のコネクタの機構やハウジングパーツ等の新製品の開発を進める。

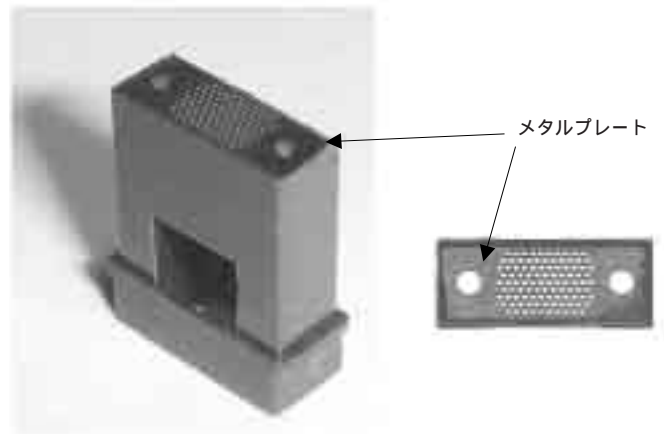


図15 メタルプレートインサート型超高密度MTフェルール（左：外観，右：端面）
Fig. 15. High density multi-fiber MT ferrule using insert-molded metal plate (left: perspective view, right: on the end face view).

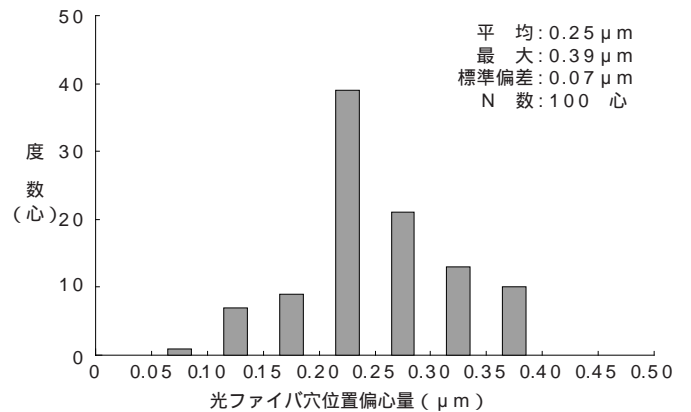


図16 メタルプレートインサート型超高密度MTフェルールの光ファイバ穴位置偏心率
Fig. 16. Eccentricity of fiber hole position of high density multi-fiber MT ferrule using insert-molded metal plate.

参 考 文 献

- 1) 石川 ほか：PT 光コネクタについて，JPCA2007，
JDAA-11-07-0072，2007
- 2) 西村ほか：光インタコネクション用超多心光コネクタ，
2008 年信学総合大会，C-3-82，2008
- 3) 石川ほか：光インタコネクション用光ファイバを適用
した超多心 MPO コネクタ，2007 年信学会エレクトロ
ニクスソサイエティ大会，C-3-37，2007
- 4) 西村ほか：高密度 80 心一括光コネクタの開発，1998 年
信学総合大会，B-10-18，1998
- 5) T. Sabano, et. al. : Development of Reference
MT Ferrule using Insert-molded Metal Plate，
OFCNFOEC2008，JThA107，2008