

光インタコネクション用高密度実装コネクタ

High Density Multi-Fiber Connectors for Optical Interconnection

西村直也*
Naoya Nishimura

末松克輝*
Katsuki Suematsu

篠田正雄*
Masao Shinoda

椎野雅人*
Masato Shiino

概要 サーバやルータなどの機器内において電気伝送の限界が明らかになるにつれ、光インタコネクション技術が注目を集めている。当社では光インタコネクション用途を想定した高密度実装光コネクタの開発を進めてきた。本報告では、小型多心フェルルール μ -Joint[®]、及びそれを使用したMU型プラグ及びバックプレーンコネクタについて紹介する。 μ -Jointは従来のMTフェルールの断面積の約1/4と小型であるため高密度実装が可能であり、接続損失も0.5 dB以下と低損失である。また、Telcordia GR-1435-COREに準拠した試験を行い、高い長期信頼性を有していることが確認できた。

1. はじめに

インターネットを利用した動画配信の普及などによりデータトラフィックは増加の一途をたどっている。そのためサーバやルータなどのシステムに対しても高速で大容量の信号伝送が要求されてきているが、信号線本数の増大に伴う電気配線の伝送特性上の課題が次第に顕在化してきている。この課題を解決する手段として近年光インタコネクション技術が注目を集めている。また、サーバやスーパーコンピュータなどのハイエンドシステムにおいては、排熱効率の面からも配線の光化による省スペース化への期待が大きくなってきており、ボード間やラック間の信号伝送において光インタコネクション技術の利用が現実味を増してきた。

我々は機器内配線への適用を想定した光インタコネクション技術として、光ファイバ、光コネクタ、高速光モジュールなどを従来品よりダウンサイズ化したOptoUnity[®]製品群の開発に取り組んできた¹⁾。

本報告では小型で高密度実装が可能な多心光コネクタとして、超小型多心フェルルール μ -Jointを使用し、外形サイズをMUコネクタ²⁾と同一とした μ -Jointコネクタプラグ及びアダプタ、バックプレーンコネクタなどについて構造と評価結果を報告する。

2. 開発コンセプト

今回開発したコネクタの適用箇所を図1に模式的に示す。主にボード間やラック間での信号伝送においてボード端で利用されることを想定し、次のコンセプトに基づき開発を進めることとした。

- 1) 従来のMTフェルルール及びMPOコネクタより小型で高密度実装が可能であること。

- 2) 当社の光インタコネクション用小径曲げ対応ファイバであるThreadWave[®]¹⁾に対応すること。
- 3) 低接続損失であること。
- 4) 高い長期信頼性を有すること。

このうち接続損失についてはシステムの総損失(ロスバジェット)を考慮した上で将来的な超高速伝送にも対応できるように、single-mode fiber (SMF)を使用した場合でも0.5 dB以下を目指すこととした。長期信頼性についてはTelcordia GR-1435-CORE規格に準拠した試験において損失変動値が0.3 dB以下であることを開発目標とした。

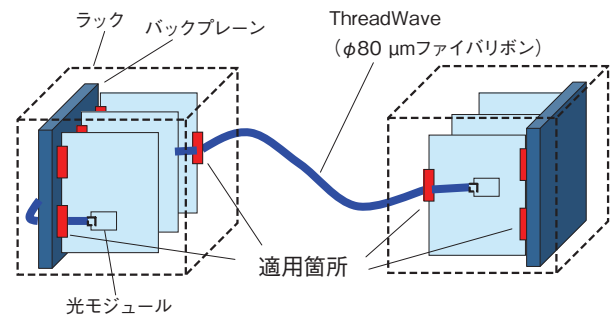


図1 開発したコネクタの適用箇所イメージ
Schematic illustration of an application using developed connectors.

3. 超小型多心フェルルール μ -Joint

高密度実装を可能にする超小型多心フェルルールとして、 μ -Jointフェルルールを開発した。従来のMTフェルルールとの比較を図2に示す。 μ -Jointフェルールの寸法はMTフェルールの約半分であり、断面積では約25%である。ガイドピンには外径0.4 mmのステンレスピンを使用する。適応する光ファイバはThreadWaveである。クラッド径は80 μ mであり、コア径

* 研究開発本部 ファイタルフォトニクス研究所

はMMファイバが約50 μm 、SMファイバが約5 μm となっている。ThreadWave MMファイバはコア/クラッド屈折率差 Δn を約2%としており、曲げ損失が生じにくいいため、 $R=5\text{ mm}$ で曲げることが可能である。また一般的なテープ型光ファイバ心線が250 μm ピッチであるのに対しThreadWaveテープ型光ファイバ心線は125 μm ピッチであるので基板上などにコンパクトに光配線を実装することが可能である。

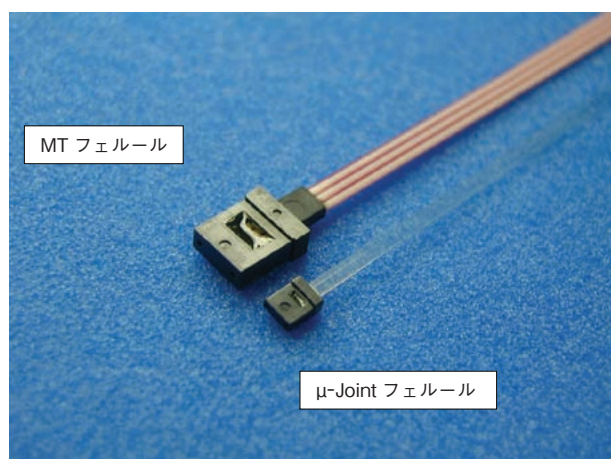


図2 μ -Joint フェルールとMT フェルールの比較
Comparison of μ -Joint ferrule and MT ferrule.

低接続損失を実現するためにはフェルールの高精度化が必要である。接続損失0.5 dBという開発目標を達成するために軸ずれ量の目標値を0.5 μm 以下とした。試作した μ -Jointフェルールの軸ずれ量測定値を図3に示す。金型高精度化により、ファイバ穴の軸ずれ量0.5 μm 以下を実現している。

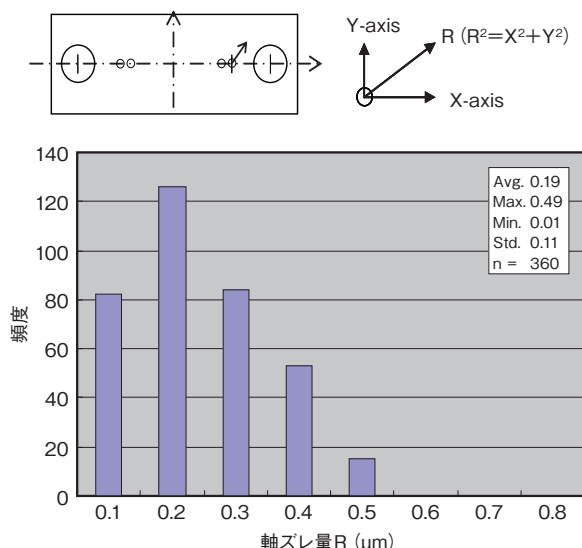


図3 μ -Joint フェルールの軸ずれ量
Fiber-hole position error of μ -Joint ferrule.

4. MU型ハウジング

多心光コネクタとしてはMPOコネクタが一般的であるが、今回開発したコネクタでは、より実装密度を向上させるためにMUコネクタ型ハウジングを採用した。MUコネクタはJIS C 5983 F14形単心光ファイバコネクタとして標準化され、電話局内の伝送装置などで実用化されている。

μ -JointフェルールをMUハウジングに適用したプラグである μ -Joint-MUコネクタプラグ及び2連アダプタを図4に示す。プラグにはガイドピンを有するオス型とガイドピンのないメス型があり、対向させて使用する。ツマミによるプッシュプル型のかん合機構を有しており、着脱が容易である。アダプタはコネクタ間のピッチが4.5 mmであり、MPOコネクタより実装密度が高い。低コスト化を図るため、プラグの一部の部品は市販のMUコネクタ用のものと共通化した設計とし、アダプタは同一形状の部品2点を背中合わせに組み立てる設計としている。

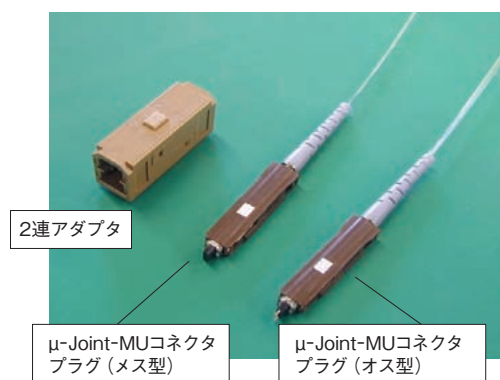


図4 μ -Joint-MU コネクタプラグ及び、2連アダプタ
 μ -Joint-MU connector plug and adaptor.

かん合時のフェルール押圧はphysical contact (PC) 接続達成のための重要なパラメータである。 μ -Joint-MUコネクタプラグはバックプレーンへの適用を考慮して、押圧をMUコネクタと同等の設計とした。しかしこれは多心コネクタとしては押圧不足となる懸念があるため、フェルール端面の研磨条件の最適化を行うことで、PC接続の達成を図った。試作したコネクタに対しPC確認試験を行った結果を図5に示す。まず屈折率整合剤を使用せずにかん合させた場合の接続損失を測定し、次に接続部に屈折率整合剤を滴下して接続損失を測定した。両者の差が極めて小さいことから全心線にわたってPC接続が達成されていることが分かる。

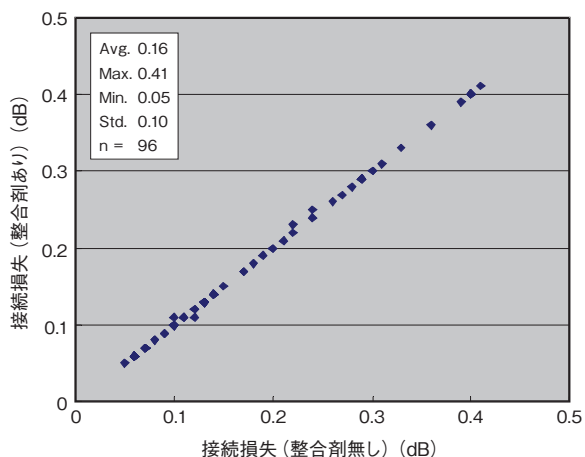


図5 μ -Joint-MU コネクタプラグのPC確認結果
Physical contact test of μ -Joint-MU.

5. バックプレーンハウジング

光バックプレーンへの適用を想定して、 μ -Joint-MU コネクタプラグをバックプレーンコネクタに適用した μ -Joint-BP コネクタを開発した。開発したコネクタを図6に示す。

プリント板ハウジングとバックプレーンハウジングがかん合する構造となっており、ボード上に取り付けられた複数のコネクタをボードごと一括で着脱できるようになっている。また、同一のボード上で電気コネクタと併用することも可能である。 μ -Joint-BP コネクタは単心コネクタであるMUコネクタと同等の押圧となるよう設計したことにより、実装密度を向上させながらもプラスチック製のラッチ部に過剰な荷重が加わるのを回避している。基本的なかん合機構は単心光コネクタであるMUコネクタのものを踏襲しているが、実装密度向上に伴いフェルールの位置決め機構の高精度化を行っている。

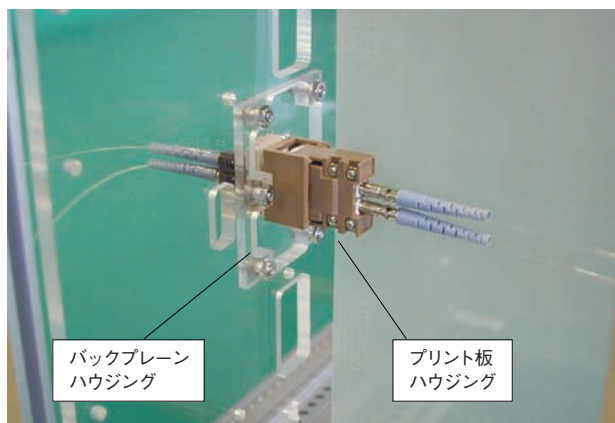


図6 μ -Joint-BP コネクタ
 μ -Joint-BP connector.

6. 評価結果

開発した μ -Joint コネクタプラグをアダプタを用いてかん合させた際の接続損失を図7及び図8に示す。

MM ファイバでは測定波長 850 nm において Max. 0.14 dB, SM ファイバでは測定波長 1310 nm において Max. 0.41 dB と、いずれの場合においても良好な接続損失特性を示している。

また、 μ -Joint-BP コネクタの接続損失を図9に示す。測定波長 1310 nm において Max. 0.30 dB であった。

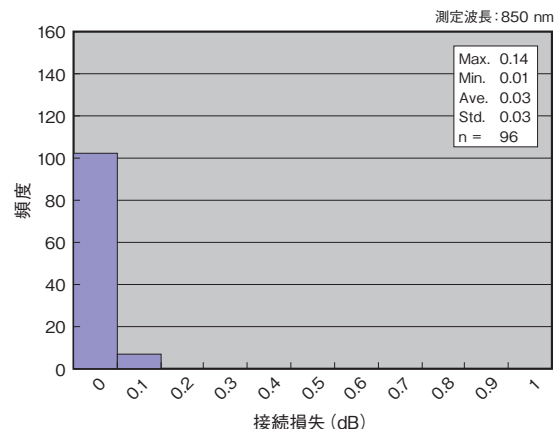


図7 μ -Joint-MU コネクタプラグの接続損失 (MM)
Insertion loss of μ -Joint-MU connector for multi-mode fiber.

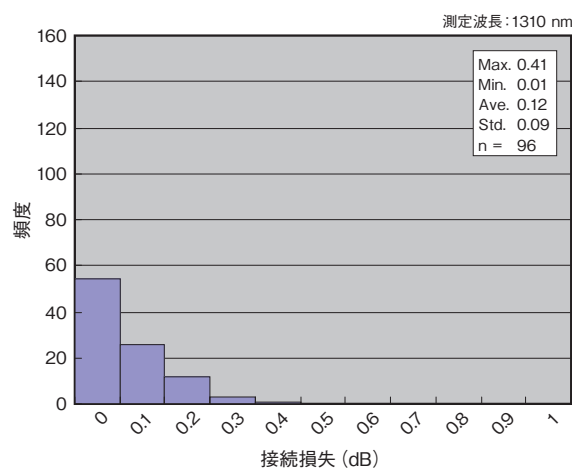


図8 μ -Joint-MU コネクタプラグの接続損失 (SM)
Insertion loss of μ -Joint-MU connector for single-mode fiber.

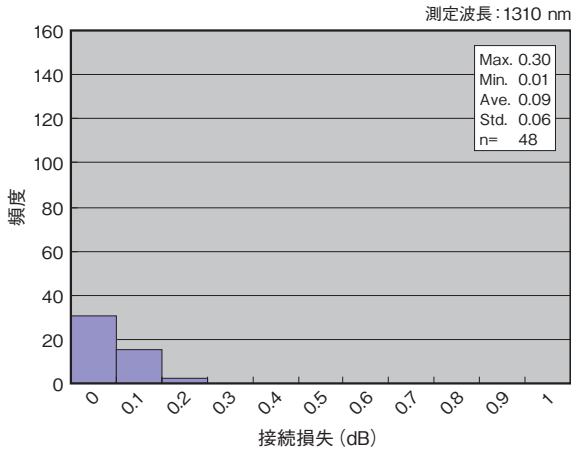


図9 μ-Joint-BP コネクタの接続損失 (SM)
Insertion loss of μ-Joint-BP connector for single-mode fiber.

信頼性評価としてはTelcordia GR-1435-COREに準拠した試験を行い、良好な環境特性、機械特性を有していることを確認した。結果を表1に示す。また、一例として μ-Joint-MU コネクタプラグをアダプタを用いてかん合させた場合の試験結果のうち、温度サイクル試験(−40℃～75℃、8時間/cycle、336時間)の結果を図10に、繰り返し着脱試験(通算200回、25回毎に片側のコネクタ端面を清掃、50回毎に両側のコネクタ端面を清掃)の結果を図11に示す。損失変動は温度サイクル試験において0.1 dB以下、繰り返し着脱試験において0.2 dB未満であり、良好な結果が得られている。

表1 信頼性試験結果
Results of reliability test.

試験項目	試験条件 (GR-1435-CORE)	試験結果	
		μ-Joint-MU (SM)	μ-Joint-BP (SM)
Thermal Aging Test	85℃, 336時間	0.1 dB以下	0.1 dB以下
Humidity Test	65℃, 湿度95%, 336時間	0.15 dB以下	0.1 dB以下
Thermal Cycling Test	−40～75℃, 8時間/サイクル, 42サイクル	0.1 dB以下	0.1 dB以下
Vibration Test	振幅1.5 mm, 3方向, 各2時間	0.1 dB以下	0.1 dB以下
Tension Test	Media 1 (Fiber Ribbon) Level 1 Load : 2.2 N	0.15 dB以下	0.1 dB以下
Impact Test	高さ1.5 mからブロックに9回ぶつける	0.1 dB以下	0.1 dB以下
Durability Test	通算200回繰り返し着脱	0.2 dB以下	0.2 dB以下

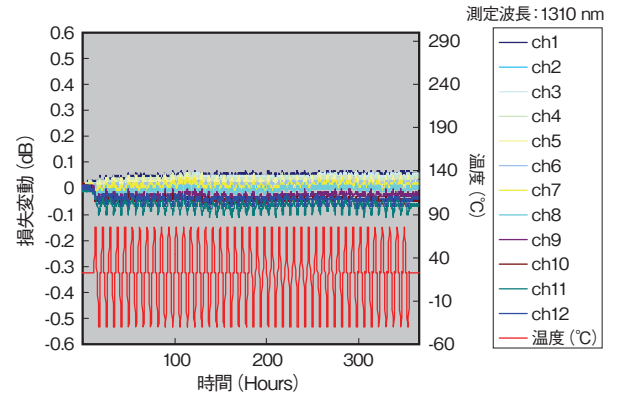


図10 温度サイクル試験 μ-Joint-MU (SM)
Thermal cycling test of μ-Joint-MU connector for single-mode fiber.

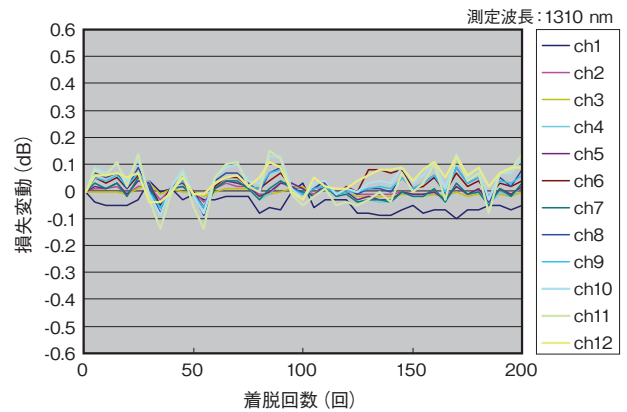


図11 繰り返し着脱試験 μ-Joint-MU (SM)
Durability test results of μ-Joint-MU connector for single-mode fiber.

7. おわりに

光インタコネクション用途を想定した高密度実装が可能な超小型多心光コネクタとして μ-Joint コネクタプラグ、アダプタ及びバックプレーンコネクタの開発を行った。評価結果から良好な初期特性及び長期信頼性を有していることが示された。

参考文献

- 1) 岩瀬正幸 他: 古河電工時報 **120** (2007), 27.
- 2) 長瀬亮 他: NTT技術ジャーナル, **15** (10) (2003), 8.