

融着型現場組立 MPO コネクタ

光ケーブルシステム開発センター 高橋 茂雄¹・Ngo Quang Minh¹・瀧澤 和宏²・緒方 和也³

Field-installable Fusion Splice MPO Connector

S. Takahashi, Ngo Quang Minh, K. Takizawa, and K. Ogata

近年、光通信の発展にともない通信容量の拡大が求められており、光モジュールや光コンポーネント内部の高密度実装化が必要となってきた。これに対しこれまでにわれわれは、融着接続技術やメカニカルスプライス接続技術を応用し、光ファイバの余長不要での光コネクタ取付けを実現した様々なタイプの単心線用現場組立光コネクタを開発してきた。加えて、われわれは複数の光ファイバを一括で接続できる多心光コネクタである MPO コネクタを開発してきた。今回われわれはこれら様々な光コネクタ開発で培った技術を応用し、光モジュールや光コンポーネント内部のさらなる高密度実装化を可能とする融着型現場組立 MPO コネクタを開発した。

Recently, expansion is still needed to satisfy the growing demands in telecommunication industry especially in providing more capacities in optical connections. To achieve this, a high-density mounting in an optical module and an optical component is needed. In response to such a situation, we have developed field-installable connectors for single fiber with both fusion splice and mechanical splice technologies that will not require any extra cable length. Furthermore, we have developed a MPO connector that is a single connector for multiple fiber connections. Applying the field-installable connector concept and MPO connector, we have developed a field-installable fusion splice MPO connector. This connector exhibits excellent high-density mounting in an optical module and an optical component.

1. ま え が き

近年インターネットや IP 電話などの情報通信技術の普及にともない光通信は大きく発展してきている。またサービス内容についても音声通信や動画配信など多様化しており、光通信の通信容量はますます拡大していく傾向にある。そのため通信技術において、光モジュールや光コンポーネント内部を高密度実装化することが重要な課題となってきた。これに対しこれまでにわれわれは融着接続技術やメカニカルスプライス接続技術を応用し、光コネクタ取付けにおいて光ファイバの余長を不要とした様々なタイプの単心線用現場組立光コネクタを開発してきた¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。加えてわれわれは、複数の光ファイバを一括で接続でき、かつ、プッシュオン、プル機能を有し簡易に着脱可能な多心光コネクタである MPO コネクタを開発してきた⁵⁾⁶⁾⁷⁾。今回われわれは、光モジュールや光コンポーネント内部のさらなる高密度実装化を実現するため、これまでの様々な光コネクタ開発で

培った技術を応用し、従来の現場組立光コネクタの簡易な作業性を踏襲しつつ、かねてより製品化が困難とされていた現場組立光コネクタによる 12 心までの多心接続を達成した融着型現場組立 MPO コネクタを開発した。

2. 外観、内部構造および構成部品

本コネクタの外観を図 1 に、断面構造を図 2 に示す。基本構造は従来の融着型現場組立光コネクタ⁸⁾⁹⁾と同様、融着補強部をコネクタハウジング内部に収納する構造をとっている。本コネクタでは、図 3 に示したような通常の MT フェルールよりも短い特殊フェルールを採用したことで、融着補強部をコネクタハウジング内部に収納しながらも、従来の MPO コネクタと同等のコネクタ全長を実現している(図 4)。また図 5 に示したように、短尺化した特殊フェルールにおいても従来の MPO コネクタと同等の、スムーズな合性とフローティング特性を維持できる構造とした。

加えて本コネクタでは、融着点の補強を従来の熱収縮チューブを用いた融着補強スリーブではなく、機械式融着補強部材であるメカニカルランプにて実施する方式とした。これにより従来の融着接続作業に不可欠であっ

1 光機器開発部

2 光機器開発部グループ長

3 光機器開発部部長

略語・専門用語リスト		
略語・専門用語	正式表記	説明
MPO コネクタ	Multi-path Push-On コネクタ	MT 形光コネクタのフェールルを用いてフィールドで工具を使用せずに着脱できるようにした多心一括接続の光コネクタ
融着接続	融着接続	光ファイバ端面の軸あわせをした後に、高電圧アーク放電により光ファイバを溶かして接続する方法
メカニカルスプライス接続	メカニカルスプライス接続	V 溝を用いて光ファイバの端面を付き合わせるとともに、上部から光ファイバを押し付けることで軸あわせを行った後、メカニカルな構造により固定し接続する方法
MT フェールル	Mechanically transferable フェールル	プラスチック製で、2本のガイドピンを挿入するための孔を備え、その間には光ファイバ心線を挿入するための高精度に位置決めされた複数の小さな孔が設けられているフェールル
フェールル	フェールル	外形またはガイドピンによって整列し、プラグ（接栓）内で光ファイバを保持固定する部材
コネクタハウジング	コネクタハウジング	フェールルまたはスリーブなどを収納し、光コネクタとして使用するための部材
カップリング	カップリング	コネクタハウジングの一部
ストップリング	ストップリング	コネクタハウジングの一部
ハウジング	ハウジング	コネクタハウジングの一部
ピンクランプ	ピンクランプ	コネクタハウジングの一部
接続損失	接続損失	光ファイバ同士の接続時に軸ずれや隙間などが原因で生じる損失のこと
反射減衰量	反射減衰量	入射光パワーに対する反射光の割合
マルチモード光ファイバ	マルチモード光ファイバ	光の伝搬モード（道筋）が複数ある光ファイバ MMF（multi-mode fiber）ともいう

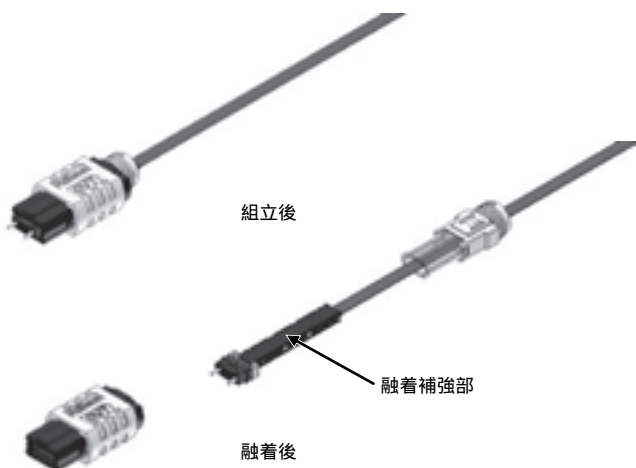


図1 融着型現場組立MPOコネクタの外観
Fig. 1. Structure overview of field-installable fusion splice MPO connector.

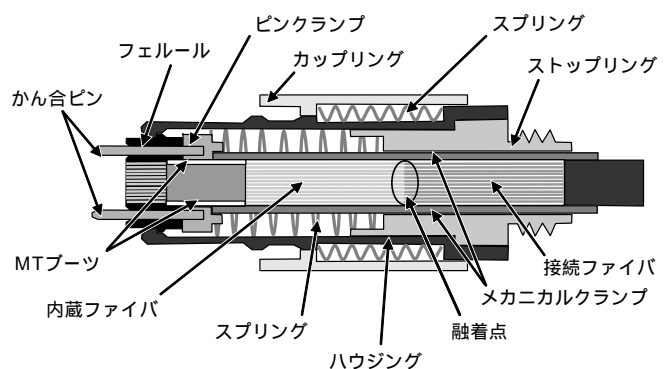


図2 コネクタ断面構造
Fig. 2. Cross section structure of connector.

た融着補強スリーブの加熱収縮時間を削減した。このメカニカルクランプは、図6に示すように2枚の樹脂製の板で構成されており、板の内側には粘着層を備えたゴム製のシートが貼り付けられている。融着点を粘着層の間に挟みこみ、粘着層とゴムの弾性変形により密封するこ

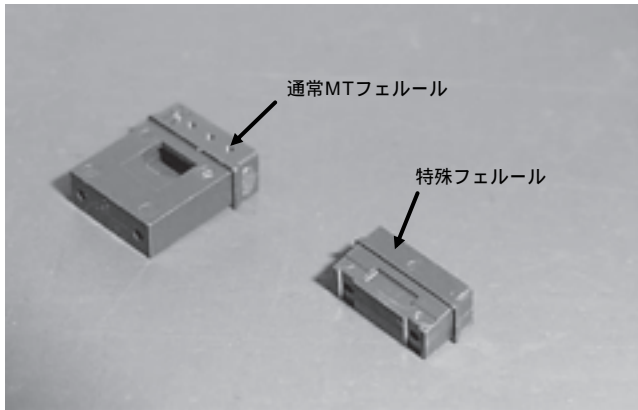


図3 フェルール外観

Fig. 3. Structure overview of field-installable fusion splice MPO ferrule and existing MT ferrule.

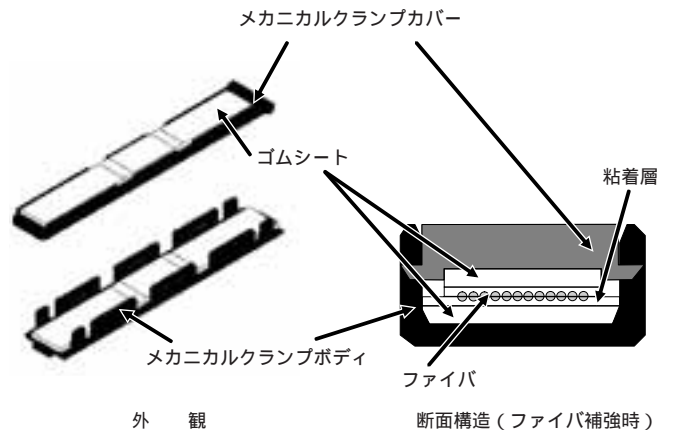


図6 メカニカルクランプ

Fig. 6. Structure of mechanical clamp.



図4 従来品MPOコネクタと融着型現場組立MPOコネクタ
Fig. 4. Structure overview of field-installable fusion splice MPO connector and existing MPO connector.

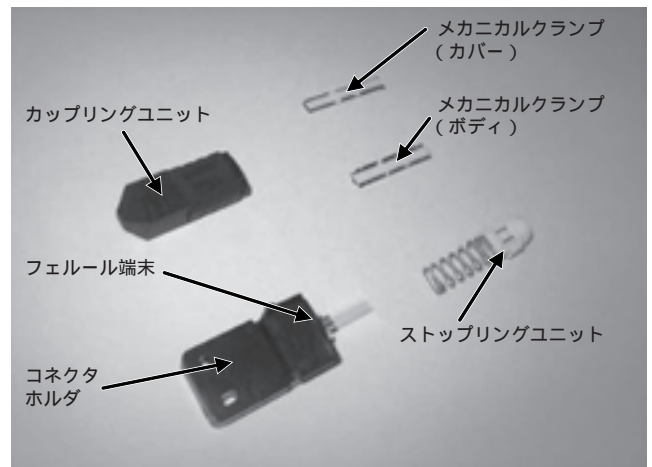


図7 構成部品

Fig. 7. Components.

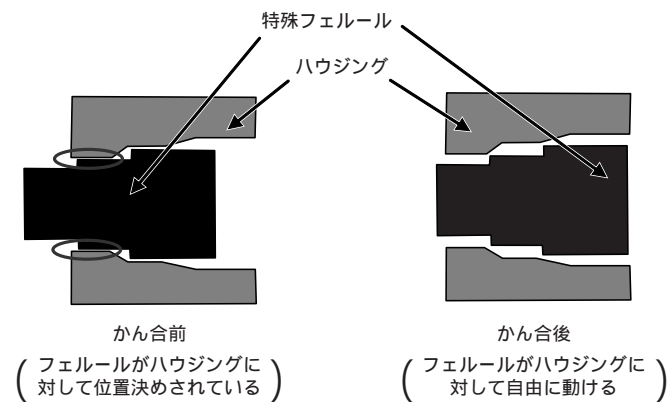


図5 フェルールとハウジングの機構

Fig. 5. Mechanism of ferrule and housing.

とで融着補強点の信頼性を確保する構造とした。またメカニカルクランプは融着補強スリーブとは異なり、ふたつ割り構造であるため組立作業時にあらかじめファイバに挿入しておく必要が無いので、入れ忘れによる施工失敗の防止やコネクタ取り付け余長の短尺化等の特長もある

次に、本コネクタの構成部品を図7に示す。構成部品は、カップリングユニット、フェルール端末が設置されているコネクタホルダ、ストップリングユニット、融着メカニカルクランプの4点で、フェルールとピンクランプ、ストップリングとスプリングおよびカップリングとハウジングをユニット化したことで組立て時の部品点数を削減し、組立作業を簡略化している。従来の単心タイプの融着型現場組立光コネクタと同等の無研磨、無接着での簡易なコネクタ組立作業を達成すべく、工場にてフェルールに内蔵ファイバを取り付け、さらにフェルール端面側には研磨を、融着接続側にはカット処理を施すこととした。

3. 組立方法

組立のフローを図8に示す。従来の単心線用融着型現場組立コネクタと同様に組立作業は融着接続、融着点の補強、ハウジング組立の流れで行う。先に述べたようにコネクタホルダにはあらかじめ工場にて成端処理された

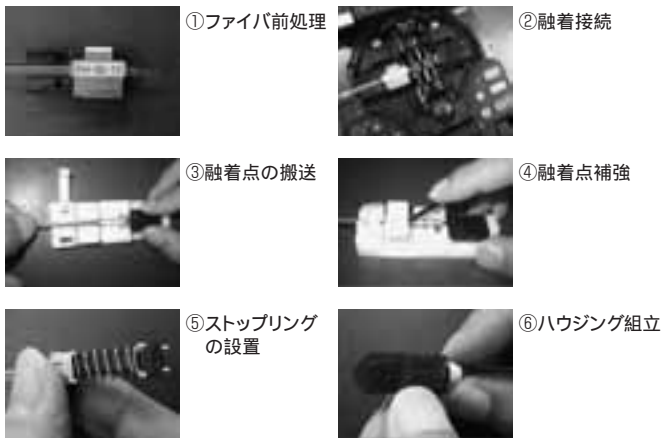


図 8 組立フロー
Fig. 8. Operation procedure.

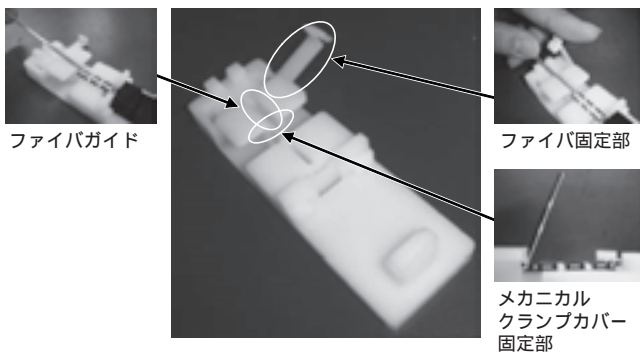


図 9 メカニカルクランプ組立治具
Fig. 9. Mechanical clamp assembly tool.

フェール端が装着されているので、従来品と同じく作業者が融着機に設置するだけで融着接続が可能である。次に融着点の補強作業では、図 9 に示すようなメカニカルクランプ組立治具を使用する。融着点を搬送する際にメカニカルクランプボディの上にスムーズに設置できるよう、組立治具にファイバガイドを設けた。また融着点補強時に、融着点にたわみが発生しないように、治具上にファイバ固定用のヒンジを設け、テンションを維持しながらファイバを治具に固定できるようにした。さらに組立治具に設けられた穴にメカニカルクランプカバーの突起をはめ込みヒンジとすることで、メカニカルクランプ同士の位置決めや組み付けが簡易にできるように設計した。

最後にストップリングユニットとカップリングユニットを組立てて作業完了となる。組立時間は約 2 分 30 秒と約 3 分かかっていた従来の融着スリーブ方式の融着型現場組立光コネクタと比べ、作業時間を短縮できることが確認された。

4. 光学特性および信頼性評価結果

本章では本コネクタの光学特性および信頼性評価結果

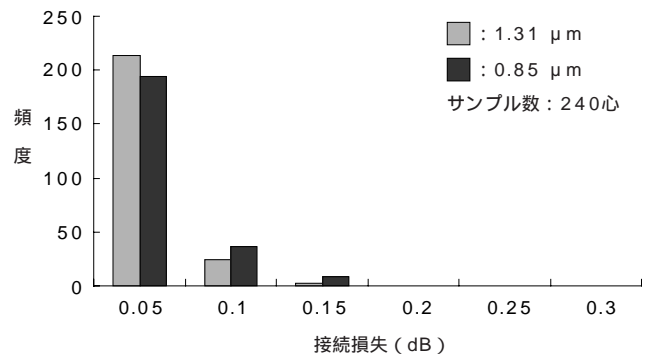


図 10 接続損失評価結果
Fig. 10. Insertion loss.

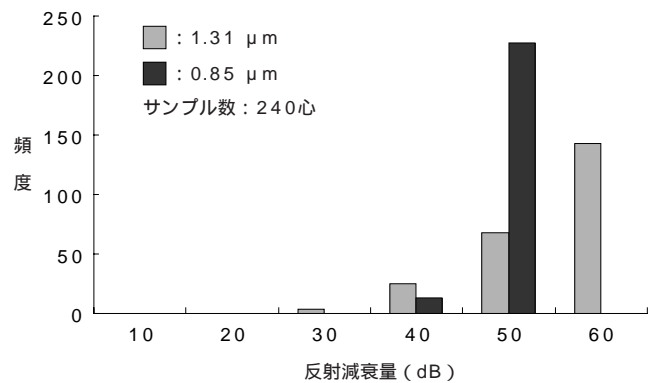


図 11 反射減衰量評価結果
Fig. 11. Return loss.

表 1 初期特性評価結果の比較
Table 1. Optical characteristics.

項目	サンプル数(心)	12心融着型現場組立 MPOコネクタ		従来型 12心 MPOコネクタ		
		測定波長		測定波長		
		0.85 μm	1.31 μm	0.85 μm	1.31 μm	
接続損失 (dB)	240	平均値	0.04	0.04	0.04	0.04
		最大値	0.14	0.12	0.15	0.14
反射減衰量 (dB)	240	平均値	46.4	48.6	46.4	46.2
		最大値	30.2	27.0	29.8	28.9

について述べる。なお評価は、12 心融着型現場組立 MPO コネクタにてコア径 50 μm のマルチモードファイバテープを使用し、測定波長 0.85 μm / 1.31 μm の 2 波長にて実施した。

4.1 初期特性

本コネクタの接続損失評価結果を図 10 に、反射減衰量評価結果を図 11 に示す。また本コネクタと従来の 12 心 MPO コネクタとの初期特性評価結果の比較を表 1 に示す。ランダム接続での接続損失は平均 0.04 dB (波長 0.85 μm)・0.04 dB (波長 1.31 μm)、最大 0.14 dB (波長 0.85 μm)・0.12 dB (波長 1.31 μm) と従来の 12 心 MPO 光コネクタと同等の良好な結果を得た。さらに反射減衰量においても平均 46.4 dB (波長 0.85 μm)・48.6 dB (波長 1.31 μm) 最大 30.2 dB (波長 0.85 μm)・

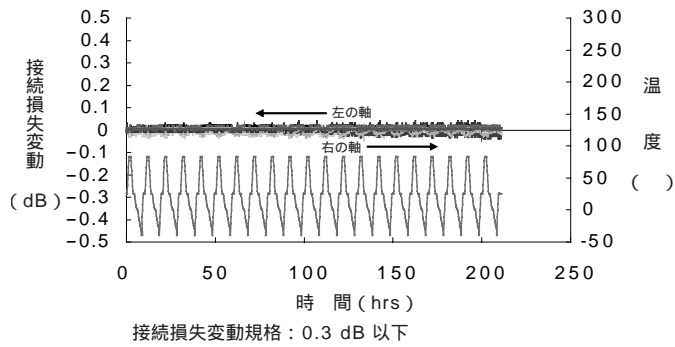


図12 環境特性評価結果

Fig. 12. Environmental characteristic.

表2 機械特性評価結果

Table 2. Mechanical characteristics.

試験項目	試験条件	試験結果	
		接続損失最大変動値(dB)	
		波長0.85 μm	波長1.31 μm
振動	全振幅 1.5 mm, 周波数 10-55 Hz 3方向, 2時間	0.03	0.08
ねじり	2.2 N, -90° ~ 90° 9 サイクル	0.05	0.02
直線引っ張り	2.2 N, 5秒	0.04	0.02
側方引っ張り	2.2 N, 5秒	0.05	0.01
屈曲	0.224 kgf, ±90° 100回	0.04	0.05
衝撃	1.8 m, 8回	0.07	0.06
着脱	500回	0.08	0.10

接続損失変動規格：0.3 dB 以下

27.0 dB(波長 1.31 μm)と従来の12心MPO光コネクタと同等の良好な結果であることを確認した

4.2 環境特性

環境特性評価として温度サイクルを実施した結果を図12に示す。-40 ~ 85 の温度領域において、接続損失変動が最大で0.04 dB(波長 0.85 μm)・0.04 dB(波長 1.31 μm)と良好な温度特性を得た。このことから本コネクタが環境特性において安定した信頼性を持っていることを確認した

4.3 機械特性

機械特性評価結果を表2に示す。全試験項目において接続損失変動が最大で0.08 dB(波長 0.85 μm)・0.10 dB(波長 1.31 μm)と良好な機械特性を得た。このこ

とから本コネクタが機械特性において安定した信頼性を持っていることを確認した

5.むすび

光モジュールや光コンポーネント内部にてさらなる高密度実装化を実現すべく、従来の現場組立光コネクタの簡易な作業性を踏襲しつつ、かねてより製品化が困難とされていた現場組立光コネクタによる12心までの多心接続を達成した融着型現場組立MPOコネクタを開発した

また光学特性および信頼性について評価を実施し、従来のMPOコネクタと同等の良好な光学特性を有していることを確認した。今後も光ファイバ接続技術についてさらなる検討を進め、光通信の発展に貢献していく予定である

参考文献

- 1) 瀧澤ほか：「現場取付用簡易組立光コネクタ」, フジクラ技報, No. 94, pp. 5-9, 1998
- 2) K.Takizawa, et al. : " Field-Installable Connector for Optical Fiber ", 47th IWCS, 1998
- 3) K.Takizawa, et al. : " Development of New Mechanical Splice and Field-Installable Connector for FTTH ", 52nd IWCS, 2003
- 4) 斎藤ほか：「光ファイバコード用現場組立光コネクタ」, フジクラ技報, No. 114, pp. 6-11, 2008
- 5) K.Takizawa, et al. : " Reference Multifiber Connector ", 44th IWCS, pp. 85-90, 1995
- 6) 西村ほか：「低損失MPOコネクタ」, フジクラ技報 No. 99, pp. 95-99, 2000
- 7) A.Nishimura, et al. : " Low Loss MPO Connector ", Fujikura Technical Review, No30, pp. 12-16, 2001
- 8) 岩下ほか：「融着型現場組立光コネクタ」, フジクラ技報, No. 113, pp. 15-19, 01, 2008
- 9) 高橋ほか：「低反射現場組立光コネクタの開発」, 信学技報, Vol. 110, No. 58, OFT2010-10, pp. 47-50, 2010