

技術紹介

5

素線接続方式光ファイバコネクタの開発

Development of Bare Joint Optical Fiber Connector

是枝 雄一 Yuuichi Koreeda

コネクタ事業部 技術二部 主任

竹田 淳 Jun Takeda

コネクタ事業部 技術二部

キーワード： 光コネクタ、素線、光ファイバ、V溝、座屈

Keywords : Optical connector, Fiber, Optical fiber, V-groove, Buckling

要 旨

装置の高密度・小型化に伴い、ボード或いはインターフェース用の多心光ファイバコネクタが必須となります。

そこで、従来のフェルールを用いた光ファイバコネクタの概念を一掃し、新たに素線接続方式光ファイバコネクタの開発を行ったので報告します。

本コネクタは、ファイバ素線をたわませて得られる座屈力で、直接整列部内でファイバを接触させているので高価なフェルールを必要とせず、また整列部も自社で製作可能なシリコンV溝でファイバを位置合わせしているので安価・高精度な位置合わせを実現することができます。

SUMMARY

To respond to the progress of high-density and downsizing of equipment, optical fiber connector with a number of contacts is requested for board or interface application.

JAE has developed a new fiber-to-fiber connection type optical fiber connector, sweeping off the conventional concept of the ferrule-use optical fiber connector.

The newly developed connector utilizes buckling force, which is obtained by bending fiber, to contact fibers directly in the alignment area, so the connector doesn't need expensive ferrule. Further, position adjustment in the alignment area is done by the silicon V-groove that can be made in-house, which enables to realize low-cost and high-accurate position adjustment.

1 はじめに

これまでの光ファイバコネクタは、光ファイバにフェルルールを取り付けフェルルール同士を対向させて、図1に示すように整列部として割りスリーブ或いはガイドピンで双方のフェルルールの位置合わせを行っていました。

しかしながら、装置の高密度・小型化に伴い光ファイバコネクタの高密度・小型化の要求がある中、従来の概念では小型・高密度化が困難になってきたので新しいコンセプトの光ファイバコネクタが必要になります。

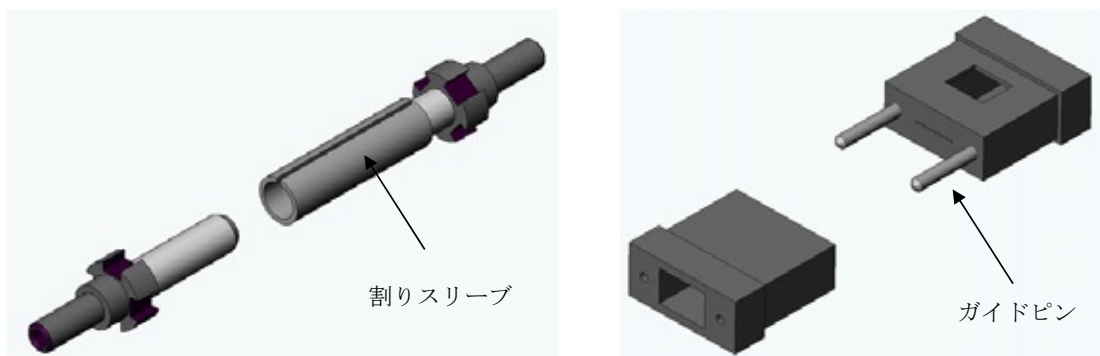


図1 従来の光ファイバコネクタの整列部

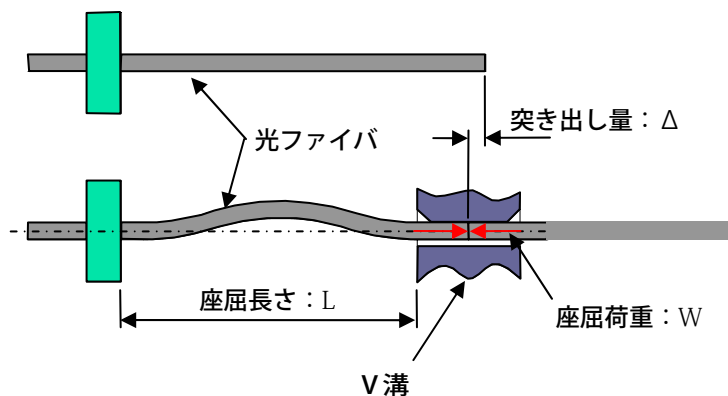
2 素線接続方式光ファイバコネクタ

2.1 接続原理

素線接続方式光ファイバコネクタの接続原理を図 2 に示します。

本方式は、ファイバ素線をたわませて得られる座屈力で、直接整列部内でファイバを接触させているので高価なフェールが必要ありません。⁽¹⁾

座屈力は下記の(1)式により求めることができます。



$$W = n \pi^2 EI / L^2 \quad \dots \dots (1)$$

n: 端末係数 E: ヤング率 I: 断面二次モーメント L: 座屈長さ

図 2 接続原理

2.2 接触部の解析

ファイバ先端部は加工時に端面傾斜が発生しこの状態で接触させると間隙が生じ所望の性能を実現することが出来ません。

そこで、ファイバをたわませた時の座屈力と端面傾斜の関係を有限要素法を用いて接触部の解析し、その結果を図 3 に示します。

解析結果より、加工精度として適応可能な領域として 0.3 度以下とすると、本コネクタに必要な座屈力は 0.4N となり、(1)式より 0.4N に相当する座屈長さを 8mm にすればいいことになります。

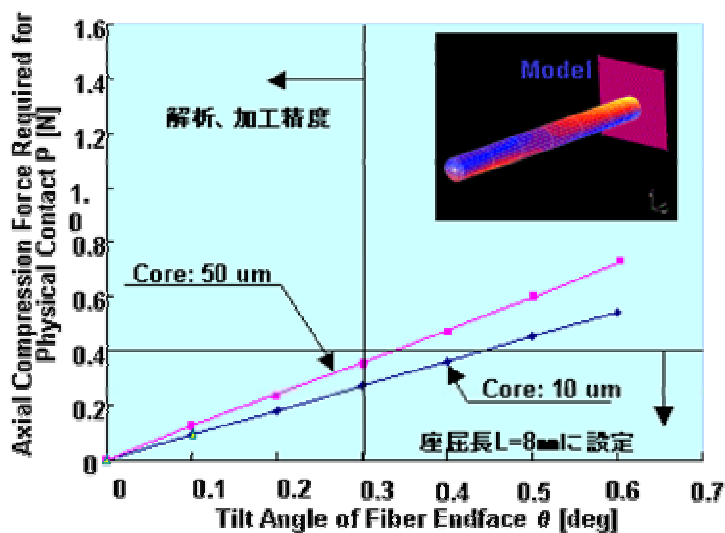


図 3 接触部の解析

2.3 整列部のメカニズム

図 4 にファイバの整列部の構成を示します。

V 溝はシリコンウェハをエッチングにより作製し、溝ピッチは $250\text{ }\mu\text{m}$ で 16 心のファイバが調芯できるようにダイシングにより切り出されており、ファイバの調芯は V 溝と同様の材料で作製されるプレートからなり、これらが外殻部材内に押圧部材に設けられた片持ち梁で押圧されながら組立てられます^[2]

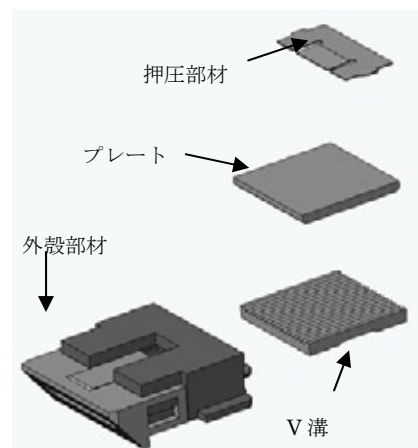


図 4 整列部のメカニズム

3 特性

3.1 適用製品

同原理を用いて、2 つの光コネクタの試作をして既に商用化しています。

FO-MF(M) 光コネクタは、当社オリジナルの形状で外殻部品をクランプスプリングで締結する構造となっておりファイバがアレー状に 48 心組み込みが可能で、Plug-Adapter-Plug の構成を図 5 に示します。

Plug は座屈をする側を B(Backling) 側とし、他方を F(Fixed) 側とし Adapter には V 溝を内蔵しています。

FO-MF(S) 光コネクタ図 6 に示すように MU 型 2 心コネクタのプラグ・アダプタを適用し、16 心のファイバを接続する構造としました。

また、プラグの先端にシャッタを設置し、シャッタ内に V 溝を有するジャックと、プラグからなり、シャッタを有することで光ファイバを保護し、防塵、アイハザード対策を目的としています^[3]

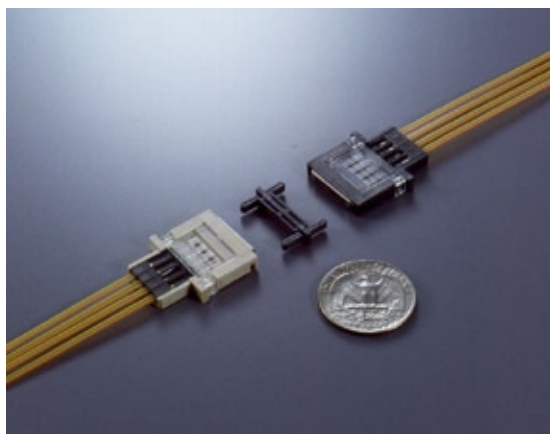


図 5 FO-MF (M) 光コネクタ

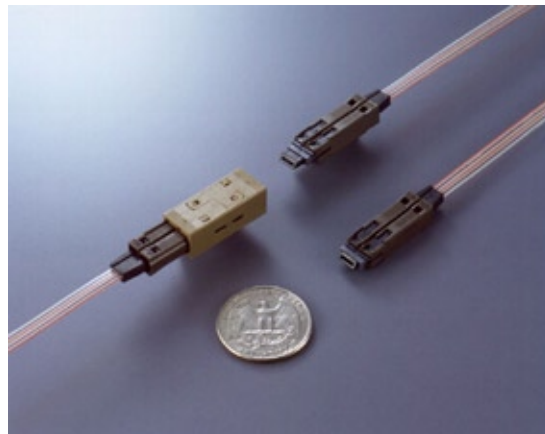


図 6 FO-MF (S) 光コネクタ

3.2 初期性能

FO-MF(S) の初期の光学性能を表 1 に示します。
ファイバは SMF を使用し、挿入損失・反射減衰量を評価しました。平均の挿入損失は 0.14dB で、反射減衰量は 60dB であり、良好な光学性能を確認しました。

表 1 光学特性

光学特性 (dB)	
挿入損失	Max0.4 Ave0.14
反射減衰量	Min55 Ave60

3.3 環境特性

素線接続方式光ファイバコネクタはコネクタ内で、ファイバをたわませているので温度変化に伴いファイバを保持している樹脂部品が熱膨張により伸縮します。
温度サイクルを実施して、温度依存性を確認した結果を表 2 に示しますが、変動損失は 0.2dB 以下であり問題のない結果を確認しました。

表 2 環境特性

温度サイクル	
環境条件	- 40℃～+ 80℃
損失変動	Max0.20dB 以下

4 むすび

ファイバ素線をたわませて得られる座屈力で、直接整列部内でファイバを接触させているので高価なフェルールを必要とせず、また整列部も自社で製作可能なシリコン V 溝でファイバを位置合わせしているので安価・高精度な位置合わせが実現できることを確認しました。

5 謝辞

FO-MF(S) の開発にあたり有用なアドバイスを頂いた NTT フォトニクス研究所・長瀬 亮グループリーダー・小林勝氏・阿部宜輝氏ほか関係者の方々にお礼を申し上げます。

【参考文献】

- 〔1〕小林他，‘97 信学会ソサエティ大会 ,SC-5-3,1997
- 〔2〕是枝， ‘04 信学会ソサエティ大会 ,C-3-54,2004
- 〔3〕阿部他，‘03 信学会総合大会 ,C-3-14,2003