

特殊光ファイバ融着接続機

光機器・システム事業部 飛田 謙洋¹・小沼 朋浩¹・延操 竿¹・佐々木 一美¹

Specialty Fiber Fusion Splicer

K. Tobita, T. Konuma, K. Yoshida, and K. Sasaki

光ファイバ技術の応用分野は情報通信だけでなく非通信分野にも展開され、伝送媒体である光ファイバの種類も多様化している。光ファイバ融着接続機においても、大口径光ファイバや定偏波光ファイバなど多種多様な光ファイバに柔軟に対応可能な機能が必要とされる。今回、市場の要求にこたえるべく安定した融着接続性能を実現した新型特殊光ファイバ融着接続機を開発した

The application of optical fiber technologies is developed in not only the telecommunication field but also non-telecommunication fields; as the result, the optical fiber is diversified. Therefore, the specialty fiber fusion splicer with various flexible splice functions such as for the large-diameter fiber and the polarization-maintaining fiber is strongly demanded in the market. To meet the marketing needs, Fujikura has developed a specialty fiber fusion splicer that achieves a stable splice performance.

1. ま え が き

今や情報通信インフラの構築において欠くことのできない光ファイバであるが、その応用分野は情報通信にとどまらず、非通信分野においても用途が広がっている。光ファイバ融着接続機においても、大口径光ファイバや定偏波光ファイバなどを安定して融着接続するために、様々な種類の光ファイバに対応したクランプ可変機構、放電形状可変機構、高速画像処理機能など、多様な性能が要求される。今回これらの要求にこたえた新型特殊光ファイバ融着接続機を開発したので、その内容を報告する。

2. 装 置 概 要

融着接続機の外観を図1に、仕様を表に示す



図1 特殊光ファイバ融着接続機
Fig. 1. Specialty optical fiber fusion splicer.

表 仕 様

Table. Specifications.

| 項 目 | 仕 様 / 特 性 |
|------------|---|
| 光ファイバクラッド径 | $\phi 60 \sim \phi 500 \mu\text{m}$ |
| 光ファイバ被覆径 | $\phi 100 \sim \phi 2000 \mu\text{m}$ |
| 放電電極間隔 | 1 ~ 3 mm |
| 放電電極高さ | +0.1 ~ -0.3 mm |
| 長手方向放電範囲 | $\pm 5 \text{ mm}$ |
| 接続損失 | ITU-T G.652 SMファイバ 0.01 ~ 0.03 dB |
| 偏波クロストーク | 125 μm PANDAファイバ -40 dB / 0.6 degree |
| 融着接続時間 | ITU-T G.652 SMファイバ 15 秒 125 μm PANDAファイバ 35 秒 |
| 寸 法 | 311×232×160 mm |
| 重 量 | 約8 kg |

3. 特殊光ファイバ融着接続機の特徴

3.1 光ファイバクランプ可変機構

クラッド径 60 μm と 500 μm の光ファイバを把持している状態を図2-1に示す。モータによって調整される可動V溝A, Bおよびクランプで形成される3つの平面で光ファイバを把持する

クラッド径 60 μm の光ファイバを把持している状態から、クラッド径 500 μm の光ファイバを把持するまでの形状変化を図2-2に示す

¹ 精密機器製品部 開発グループ

略語・専門用語リスト

| 略語・専門用語 | 正式表記 | 説 明 |
|-------------|---|------------------------------------|
| ITU-T | International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector | 国際電気通信連合・電気通信標準化部門 |
| ITU-T G.652 | | シングルモード光ファイバおよびケーブルに関する ITU-T 規格 |
| SM ファイバ | Single Mode Optical Fiber | 伝播するモードが単一の光ファイバ |
| PANDA ファイバ | Polarization maintaining and absorption reducing fiber | 定偏波光ファイバの一種 |
| MFD | Mode Field Diameter | 光ファイバ中を伝搬するモードの電界分布の広がり直径として表現したもの |

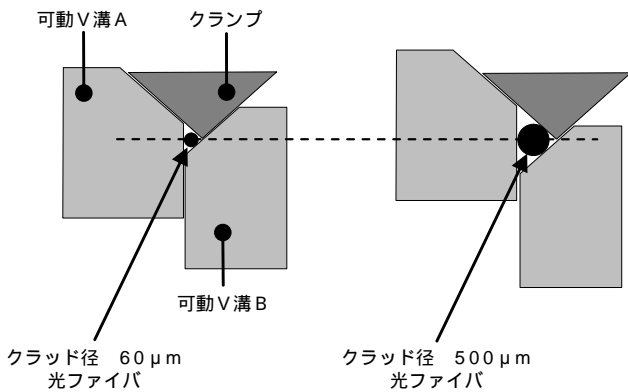


図 2-1 光ファイバクランプ可変機構
Fig. 2-1. Adjustable fiber clamp mechanism.

- a) クラッド径 60 μm の光ファイバを把持
- b) 可動 V 溝 A, B およびクランプが、それぞれ矢印の方向に移動する
- c) クラッド径 500 μm の光ファイバを把持

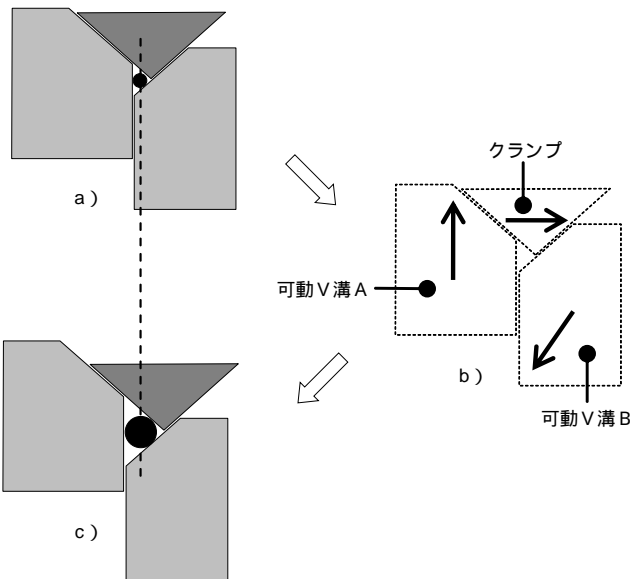


図 2-2 V 溝とクランプの動き
Fig. 2-2. V-grooves and clamp movements.

クランプ機構の模式図を図 2-3 に示す。摺動機構 A によって可動 V 溝 A が垂直に移動し、摺動機構 B によって可動 V 溝 B が 1/2 方向に移動する。クランプは摺動機構 C により上下に移動し、V 溝位置に合わせて左右に移動する。この方式により、光ファイバの中心を定位置に保ったまま、クラッド径 60 μm ~ 500 μm の光ファイバを把持可能である。(図 2-4

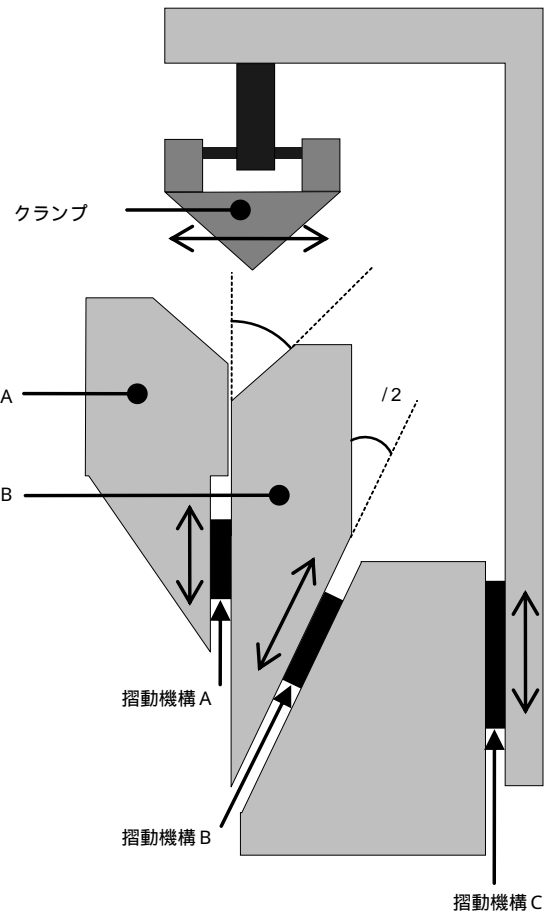
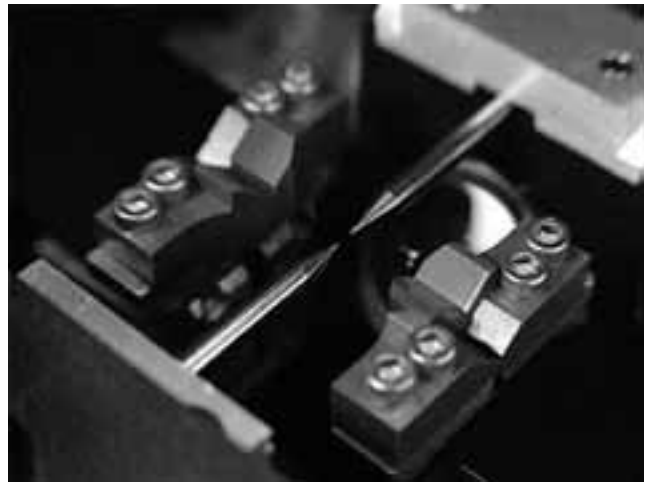


図 2-3 クランプ機構の原理
Fig. 2-3. Principal of clamp mechanism.



図 2-4 光ファイバの把持状態
Fig. 2-4. Picture of optical fiber clamping.



電極間隔 1 mm

図 3-2-1 電極間隔を変化させた写真
Fig. 3-2-1. Picture of electrode gap change.

3.2 放電形状可変機構

3.2.1 電極間隔可変機構

特殊光ファイバ融着接続機では、放電電極の間隔を 1 ~ 3 mm の範囲でモータによって調整する機構を有する。図 3-1 に電極間隔可変機構の模式図を示す。光ファイバの径に応じて、加熱領域を変化させている

この電極間隔可変機構と放電電極高さ可変機構を組み合わせることで、特殊光ファイバに応じた様々な放電形状が実現可能である

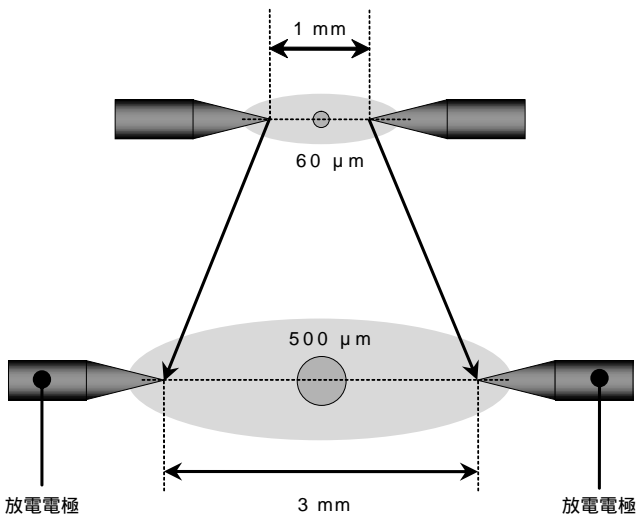


図 3-1 電極間隔可変機構
Fig. 3-1. Adjustable electrode gap mechanism.



電極間隔 3 mm

図 3-2-2 電極間隔を変化させた写真
Fig. 3-2-2. Picture of electrode gap change.

高さ可変機構により、特殊光ファイバに応じた放電温度の調整が可能となる

3.3 接続損失に対する可変機構の効果

クラッド径 80 μm の同種光ファイバを接続した場合と 400 μm の同種光ファイバを接続した場合の接続損失を図 4 に示す

光ファイバクランプ可変機構により光ファイバが確実に把持され、放電形状可変機構により放電加熱を最適化した結果、安定した融着接続損失が得られていることがわかる

また、図 5 にクランプ可変機構および放電形状可変機構の設定画面を示す。画面内のグラフィックスにしたがって設定を行うと、モータによってクランプや放電プロファイルが自動調整される

図 3-2-1、図 3-2-2 に電極間隔を変化させた場合の写真を示す

3.2.2 放電電極高さ可変機構

図 3-3 に示すように光ファイバに対して放電電極を上方向にモータで移動する機構を有する。この放電電極

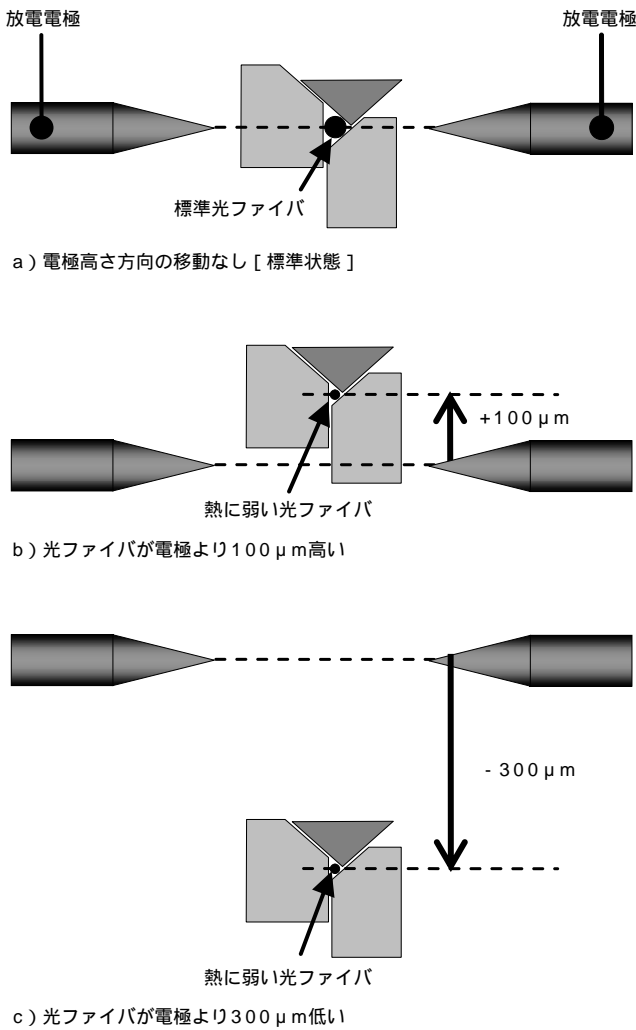


図3-3 放電電極高さ可変機構

Fig. 3-3. Adjustable electrode height mechanism.

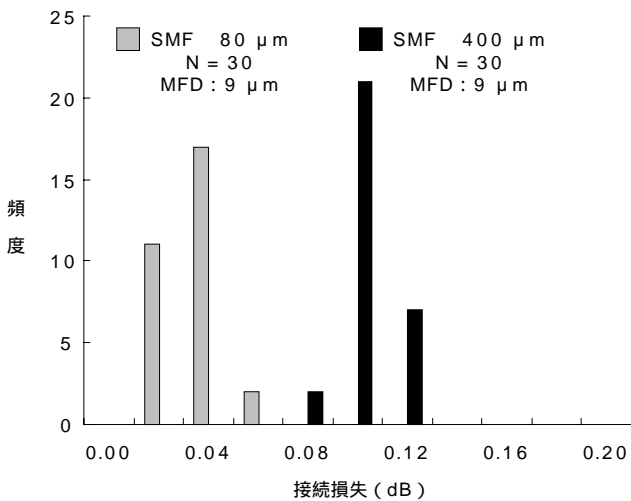


図4 接続損失の分布

Fig. 4. Distribution of splice loss.

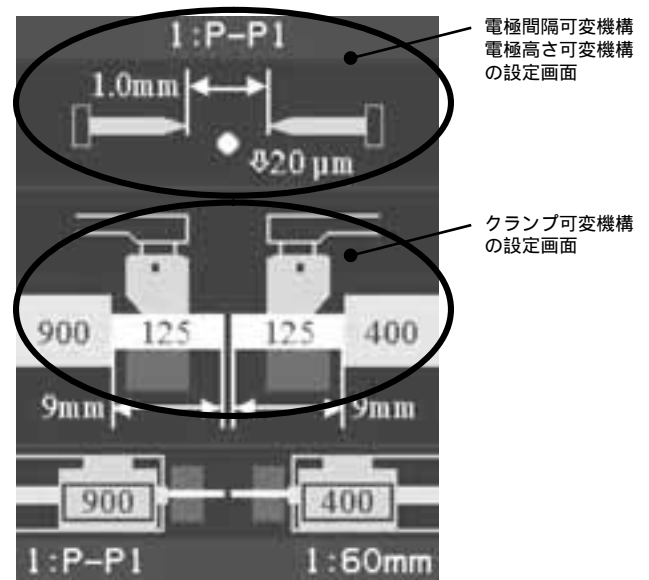


図5 接続設定画面

Fig. 5. Splice setting menu.

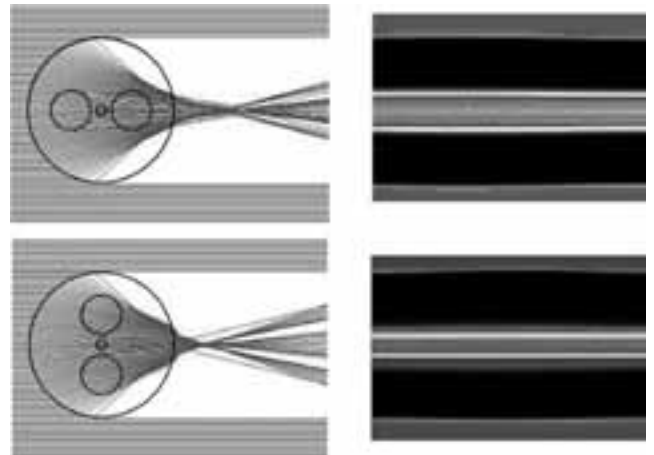


図6 PANDA ファイバ偏波面の解析

Fig. 6. Analysis of PANDA fiber polarization plane.

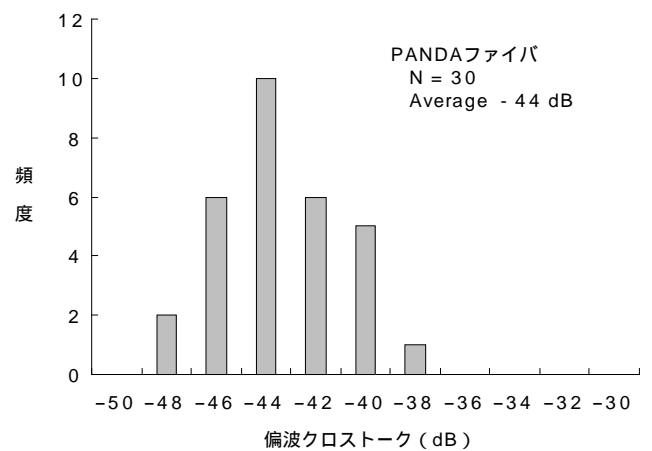


図7 偏波クロストークの分布

Fig. 7. Distribution of polarization crosstalk.

4. 定偏波光ファイバの接続

図6は高速画像処理機能を用いて定偏波光ファイバの偏波面を解析している様子を示す。画像処理結果から回転方向と回転角度を演算し、PANDAファイバにおいては35秒で融着接続を完了する。図7にPANDAファイバ接続時の偏波クロストーク特性の分布を示す

また、側方観察画像のデータを記憶することで、あらゆる定偏波光ファイバの偏波面調心を可能とするアルゴリズムもかね備えている

5. む す び

今回開発した特殊光ファイバ融着接続機は、多様化した光ファイバの接続を可能にするクランプ可変機構や放電形状可変機構などを搭載している。これらの新機能により、安定した低接続損失が可能となる