

平成24年度研究開発成果概要書
革新的光通信インフラの研究開発（150イ0501）
課題イ マルチコアファイバ接続技術
副題 空間レンズ光学技術およびファイバ研磨技術を
活用したマルチコアファイバ接続技術の開発

（1）研究開発の目的

平成22年度より、今後10年間で既存の光通信インフラから3桁以上の情報容量の拡大を実現するためのマルチコアファイバ（MCF）の設計・製造技術の研究が開始された。本研究開発はこのMCFの光通信システムへの展開を図るために不可欠な技術であるMCF接続技術について、レンズを用いた空間光学系によるファンイン・ファンアウト技術およびMCF間接続技術の研究、さらにはファイバ加工技術によるファンイン・ファンアウトモジュールの設計・製造技術の研究開発を目的とする。

（2）研究開発期間

平成23年度から平成27年度（5年間）

（3）委託先

（株）オプトクエスト

（4）研究開発予算（百万円単位切上げ）

平成23年度	23
平成24年度	22
平成25年度	21
平成26年度	19
平成27年度	18

（5）研究開発課題と担当

課題イ：マルチコアファイバ接続技術

1. マルチコアファイバファンイン・ファンアウト技術の開発
(株オプトクエスト)
2. マルチコアファイバ用コネクタ試作および評価
(株オプトクエスト)

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	3	3
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	0	0
	その他研究発表	7	7
	プレスリリース	0	0
	展示会	2	2
	標準化提案	0	0

具体的な成果

- (1) 電子情報通信学会 OFT/OPE/OCS 研究会において空間結合型 Fanin/Fanout デバイスの原理構成と23年度試作デバイスから光学部品を複合化した小型低損失型デバイスの諸特性について報告。
- (2) 電子情報通信学会総合大会にて空間結合型コネクタの原理・構成と24年度取り組んだ小型低損失コネクタの諸特性について報告。
- (3) コア配列を維持した状態で MCF 同士を低損失、高再現にて着脱接続できる SC 型コネクタを開発し、特許出願

(7) 研究開発イメージ図

平成24年度「革新的通信インフラの研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 株式会社オプトクエスト
- ◆研究開発機関 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額 102百万円(平成24年度 22百万円)

2. 研究開発の目標

7コアファイバのファンイン・ファンアウト(FI/FO)技術として、試作を行ったプリズム円柱型構造のFI/FOモジュールの構造がどこまで光学特性を維持向上しながら小型化出来るかの検証試作を行う。同時にさらなる小型化を目指しアレイ型のFI/FOモジュールの試作評価を行う。さらにファイバ融着型FI/FO技術について将来的に実現可能か検討を行うために融着接続実験を行い検証を行う。また、7コアMCF同士のコネクタ接続技術についてはレンズ空間結合系を用いた着脱可能なコネクタの光学特性を維持、向上しながら更なる小型化を追求すると共に直接接続型コネクタの試作評価を行う。

3. 研究開発の成果

① SMF-MCF Fan In/Fan Out接続技術

既存の伝送用ファイバ(7本)とマルチコアファイバの接続が必要

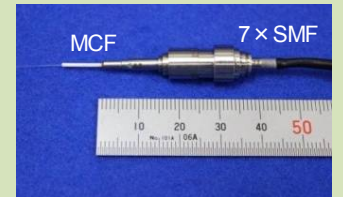
(a)空間結合型FI/FOデバイス (b)融着接続型FI/FOデバイス

(a)空間結合型の課題
・更なる小型化の検討
・低損失化

(b)融着接続型課題
・SMFバンドル化
・融着方法・条件検討

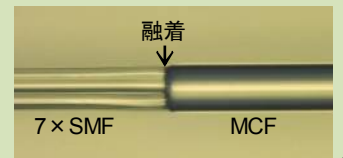
研究開発成果: 空間結合型Fan in/Fan outデバイス

- 23年度試作したデバイスのレンズ系を見直し、光学部品を複合化、また光路を偏向させる技術を用いることで $\phi 40\text{mm} \times 62\text{mm}$ から $\phi 10\text{mm} \times 50\text{mm}$ へ大幅な小型化を実現。
- 低損失化を検討し、全コアにおいて**挿入損失最大0.5dB以下**を実現。



研究開発成果: 融着接続型Fan in/Fan outデバイス

- SMF細径化ファイバをバンドル化し、端面突き出し量制御の為研磨を施し、MCFとの融着を実施。
- 融着接続を実現したが、外周コアの接続損失が大きいため、満足する性能を得ることが出来なかった。



② MCFコネクタ接続技術

マルチコアファイバ同士を接続する着脱可能なコネクタが必要

(a)空間結合型コネクタ (b)直接接続型コネクタ

(a)空間結合型の課題
・コネクタ構造の検討
・低損失化

(b)直接接続型課題
・MCFコア合わせ構造
・中間材の検討

研究開発成果: 空間結合型コネクタ

- 光学系・構造を見直し**コネクタ・アダプタ構造**とした着脱構造を実現。
- 低損失化を検討し、**挿入損失最大0.3dB以下、着脱再現性0.1dB以下、リターンロス45dB以上**を実現。

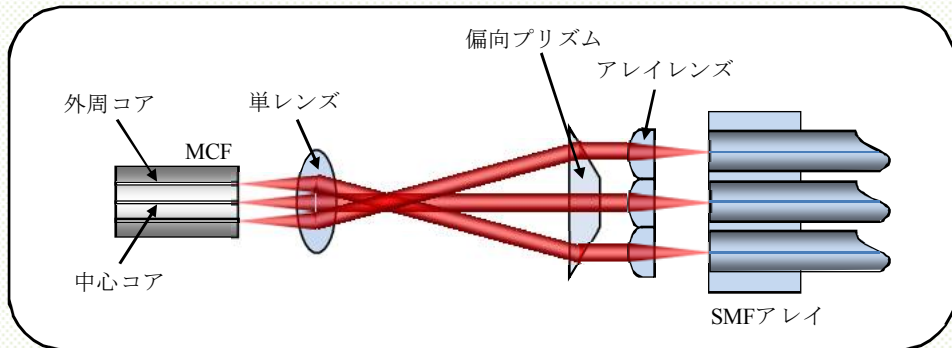


研究開発成果: 直接接続型コネクタ

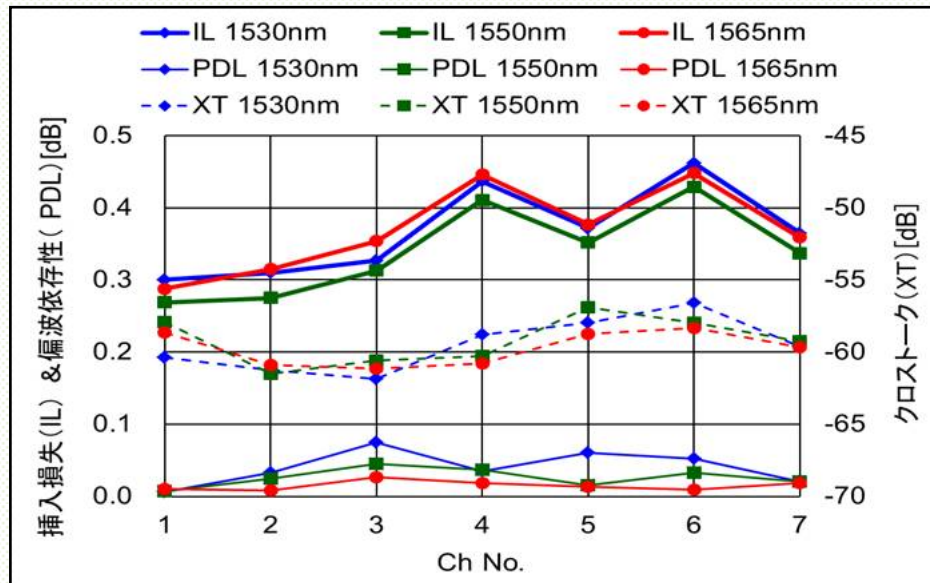
- PC接続できない場合の中間材の形状、材質を検討し、評価。
- MCFコア配列が回転しないSCコネクタを開発し、PC接続にて全コアにおいて**接続損失0.4dB以下、着脱再現性0.15dB以下**を実現。



①(a) 空間結合型Fan In/Fan Outデバイス



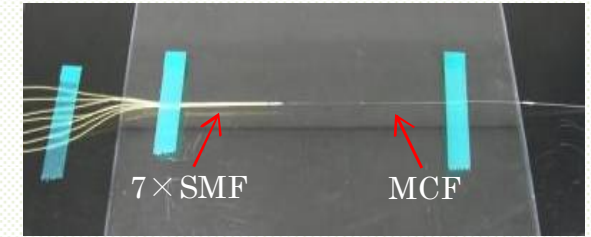
- ◆ 単レンズにより各コアの光がそれぞれ角度を持ったコリメート光を、十分に分離させた後に光の屈折を利用した偏向プリズムにより主軸に平行に揃え、アレイレンズにより結合させることで、SMFを細径加工することなく小型化を実現
- ◆ ファイバとレンズを一体化し、大口径のコリメートビーム同士の結合とするコリメータ構造とすることで、高精度なアライメントを要する光軸調整を緩和。



デバイス光学特性

①(b) 融着接続型Fan In/Fan Outデバイス

- ◆ MCFコアピッチと同径に細径化したSMF7本をバンドル化し、融着時のMCF接点とのばらつきを無くすため、各SMFの先端長さを研磨により揃え、融着接続を実施。
- ◆ 融着時にピッチずれが発生し、中心コア以外の融着接続損失が大きく、更なるバンドル化、融着条件の見直しが必要。

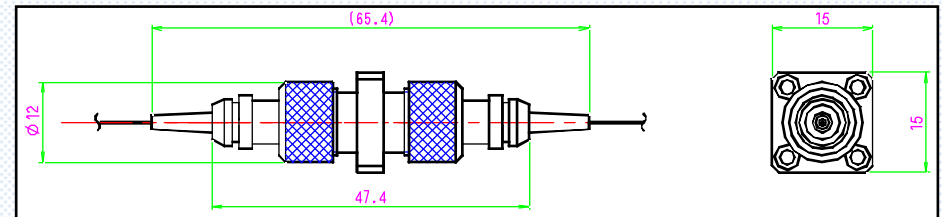
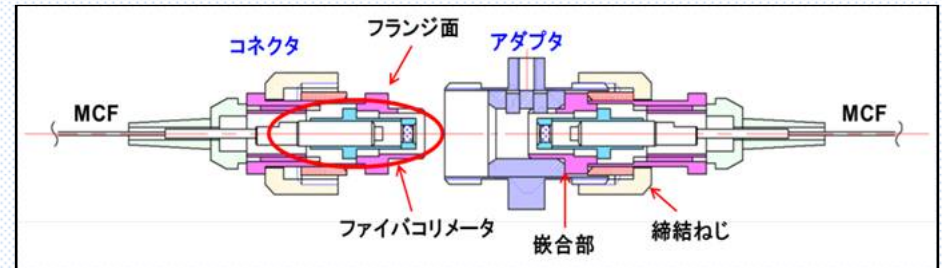


融着接続したSMF (7本)とMCF



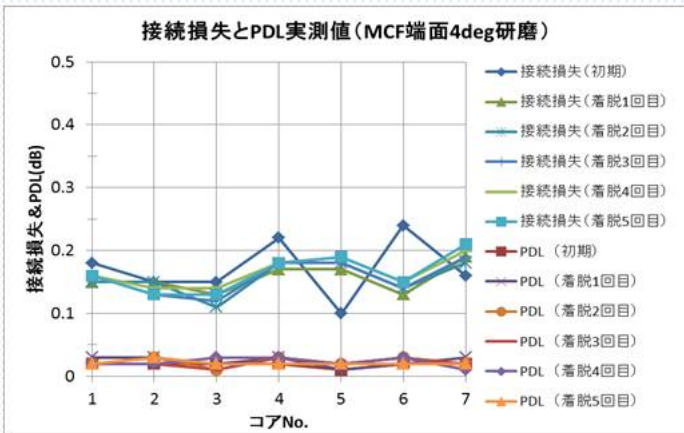
バンドル化し、端面突き出し量を揃えた7芯細径SMF

②(a) 空間結合型MCFコネクタ(構造)



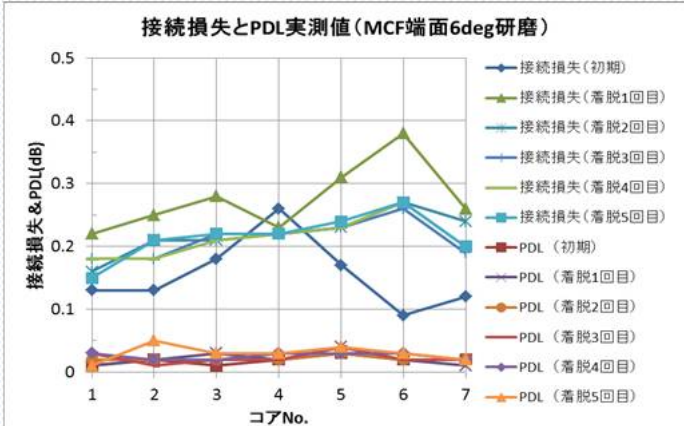
- ◆ レンズとMCFを一体化させたコリメータ構造として位置ずれトランスを緩和し、角度ずれが起きないようにコネクタにフランジ面を設け、フランジ面をアダプタに接触接続することで安定した着脱再現性を実現。
- ◆ 既存FCコネクタに近い小型の寸法にて着脱構造を実現。

②(a) 空間結合型MCFコネクタ(光学特性)

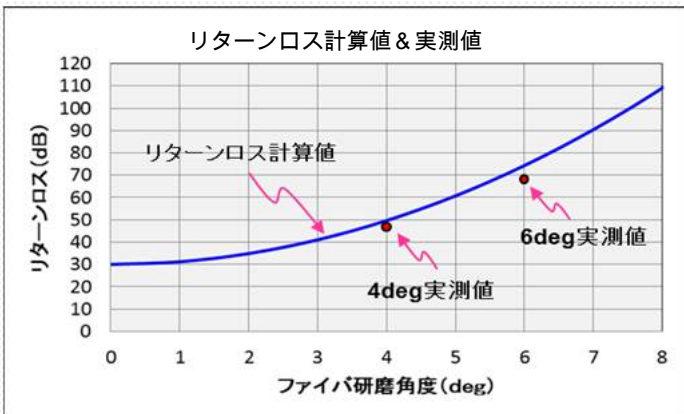


◆リターンロスを考慮して、MCF端面を4degと6degに研磨し、試作・評価

・MCF4deg研磨品
最小損失;0.10dB
最大損失;0.24dB
着脱再現性 ≤ 0.1 dB
PDL ≤ 0.05 dB



・MCF6deg研磨品
最小損失;0.09dB
最大損失;0.38dB
着脱再現性 ≤ 0.29 dB
PDL ≤ 0.05 dB

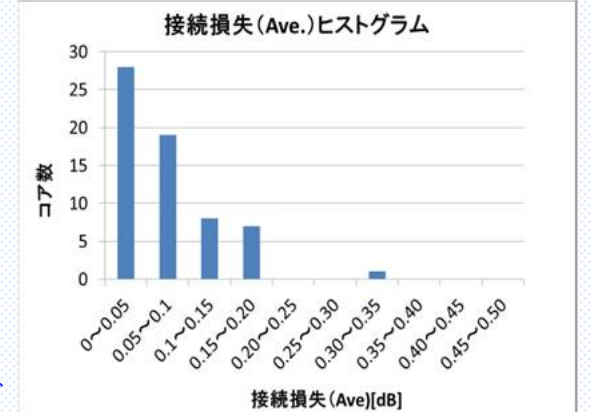
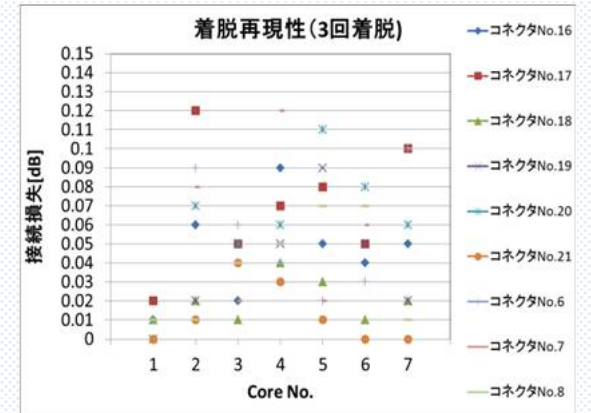
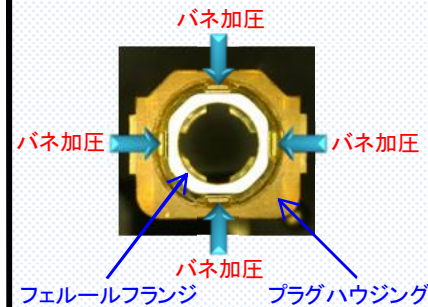


コネクタ光学特性

・リターンロス評価
端面4deg研磨 ≥ 45 dB
端面6deg研磨 ≥ 65 dB

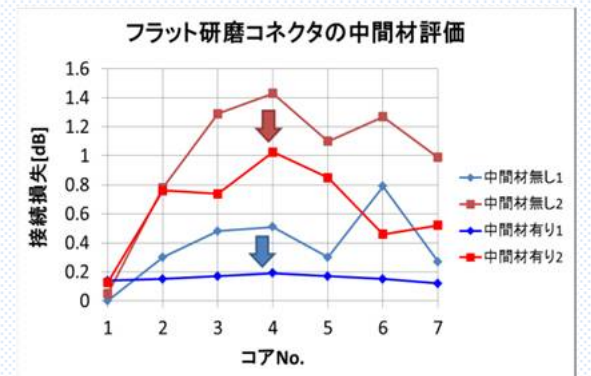
②(b) 直接接続型MCFコネクタ

- SCコネクタ作製・評価
 - ◆着脱時にMCFコア配置が回転せず、かつ通常コネクタと同等のフロート構造を持つMCFコネクタを開発し、作製・評価を行った。
 - ◆SCコネクタの樹脂製プラグハウジングにバネ構造を一体成型にて持たすことにより高着脱再現性を実現。



SCコネクタPC接続特性

- 中間材評価
 - ◆コネクタがPC接続できないコアピッチの際にも接続が可能な方式として中間材の構造と材料を選定。
 - ◆フラット研磨のSCコネクタ接続にて、中間材によって接続損失を低減できること確認。



中間材接続特性

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
革新的通信インフラの研究開発	3 (3)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	2 (2)	0 (0)

5. 研究成果発表会等の開催について

無し

6. 今後の研究開発計画

この成果により、今後、どのような研究を行うのかを例示を上げながら、具体的、かつ簡潔に記載して下さい。

(1)空間結合型FI/FOデバイス

光学性能として挿入損失0.5dB以下を維持し、リターンロス50dB以上となる構造検討を行い、更なる小型化の検討も進めていく。

(2)融着接続型FI/FOデバイス

全コアでの接続損失1dB以下を目標として、細径SMFのバンドル方法と融着条件の見直しを行っていく。

(3)空間結合型MCFコネクタ

光学性能として挿入損失0.5dB以下、着脱再現性0.3dB以下、リターンロス60dB以上を維持し、個々の製造ばらつきを確認していく。

(4)直接接続型MCFコネクタ

MCF同士をPC接続できない場合の技術として中間材の検討を継続する。また、コネクタについて再現性、安定性を確認していく。