

平成 27 年度研究開発成果概要書

課題名：革新的光通信インフラの研究開発
採択番号：150イ02
個別課題名：課題イ マルチコアファイバ接続技術
副題：マルチコアファイバ用入出力デバイス技術の確立

(1) 研究開発の目的

シングルモード空間分割多重マルチコアファイバをターゲットとした研究開発では、当初策定した最終目標の達成を目指して、コア数が 12 以上のマルチコアファイバ用入出力デバイスを試作する。試作では、入出力デバイスの伝送装置の内部あるいは光インタフェース部での利用を想定して、ファンイン・アウト部分に対してマルチコアファイバを融着接続する方式（融着接続型）とコネクタ接続する方式（コネクタ型）の2つの方式を検討する。融着接続型の光入出力デバイスでは、平均挿入損失 0.5 dB 以下、コネクタ型では、0.7 dB 以下を実現することを目標として各個別課題に取り組む。

フューモード空間分割多重マルチコアファイバをターゲットとした研究開発でも、融着接続型およびコネクタ型について、フューモードマルチコアファイバ用入出力デバイスを試作する。試作にあたっては、挿入損失とコアの位置誤差トレランスとの関係や光伝送方式の研究開発(課題ウ等)からの特性要求を考慮して、目標性能を設定する。また、得られた入出力デバイス設計・作製技術を応用して、複数の異なる伝搬モードを分波および合波するモード合成分波デバイスの設計・試作も検討する。

マルチコアファイバを用いた空間分割多重伝送による大容量伝送は、マルチコアファイバ設計製造技術、マルチコアファイバ接続技術、マルチコアファイバ光増幅技術、マルチコアファイバ伝送技術といった要素技術の組合せにより実現されることを念頭に、課題ア、イ、課題 170 と積極的に連携し、それらからの技術情報を試作する入出力デバイスの仕様に反映させたり、試作したデバイスをそれらの伝送実験に提供し、それらの研究開発に寄与すると共に、同デバイスの伝送システムへの適用性を検証する。

(2) 研究開発期間

平成23年度から平成27年度（5年間）

(3) 実施機関

日本電信電話(株)〈代表研究者〉、フジクラ(株)、国立大学法人北海道大学

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 134百万円（平成27年度 24百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題イー1：入出力ポート配置変換技術の開発

1. ファンイン・アウト設計技術（北海道大学）
2. ファイバ型ファンイン・アウト技術（(株)フジクラ）
3. 導波路型ファンイン・アウト技術（日本電信電話（株））

課題イー2：マルチコアファイバインターフェース技術の開発

1. 融着技術（(株)フジクラ）
2. 光コネクタ/レセプタクル化技術（日本電信電話（株））

課題イー3：光デバイスインターフェース技術の開発

1. 多心光コネクタインターフェース技術（日本電信電話（株））
2. レセプタクル化技術（日本電信電話（株））

課題イー4：国際標準化の推進（日本電信電話（株））

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

| | | 累計（件） | 当該年度（件） |
|------|------------|-------|---------|
| 特許出願 | 国内出願 | 12 | 4 |
| | 外国出願 | 8 | 4 |
| 外部発表 | 研究論文 | 5 | 3 |
| | その他研究発表 | 69 | 19 |
| | プレスリリース・報道 | 9 | 0 |
| | 展示会 | 11 | 2 |
| | 標準化提案 | 0 | 0 |

(7) 具体的な実施内容と成果

- (1) シングルモード MCF 用ファンイン・ファンアウトデバイスの実現に向けて、溶融延伸前後でシングルモード伝搬可能な2種類の延伸用ファイバ(高Δコアファイバ、二段コアファイバ)を設計した。7コアMCF対応デバイスにおいて最終目標である平均挿入損失0.5 dB以下、クロストーク-50 dB以下を達成した。また12コア以上に対応するデバイスにおいて平均挿入損失1.0 dB以下、クロストーク-50 dB以下を確認した。
- (2) ファンイン・アウトデバイスの溶融延伸部をパッケージングするとともに、ピグテールファイバへコネクタを取付けた。本構造においてTelcordia規格の信頼性を確認した。
- (3) フューモード MCF 伝送路に用いるファンイン・アウトデバイスおよびモード合分波器を設計・試作し、これらデバイスを組み合わせて全ファイバ型入出力ポート変換モジュールを実現した。フューモード MCF 対応溶融延伸型ファンイン・アウトでは、4コアのフューモード MCF と接続して全ポートで2LPモード伝搬を確認した。4LPモードについては設計を実施した。MCFを部分的に溶融延伸したモード合分波器では、2LPおよび3LPモード合分波を試作実証した。4LPモードについては設計を実施し、結合効率-0.1 dB以上、クロストーク-20 dB以下の特性が理論上得られることを確認した。
- (4) 加熱領域を広げる電極スイングの採用により、複数コアに対する均一な融着接続を実現して、7コアMCFと溶融延伸型ファンイン・アウトの低損失な融着接続(平均接続損失0.3 dB以下)を達成した。また、本技術は、フューモード MCF とフューモード対応ファンイン・アウトデバイスとの融着接続においても有用であることを確認した。
- (5) 着脱可能で高パワー耐性に優れたマルチコアファイバインターフェースの実現に向けて、マルチモード・マルチコアファイバに対応可能なプラグブル型のマルチコアファイバインターフェースを有するマルチコアファイバ用入出力デバイスを設計、試作し、基本モードおよび高次モードについて所定の挿入損失を確認した。また、試作したデバイスを課題150ウ、課題170が連携したマルチモード19コアファイバを用いた伝送実験に適用し、適用性を確認すると共に、高密度空間分割多重(DSDM: Dense Space Division Multiplexing)伝送によるマルチコア・マルチモード伝送の成功に貢献した。
- (6) 組立時にフェルールの軸回り角度の調整が容易で、かつコネクタ接続時にフェルールの該角

(27-1)

度を高精度に規定できることを特徴とするチューナブル型 SC コネクタにより、12 コア MCF 同士の接続において、全コア PC 接続と平均接続損失 < 0.3 dB を達成した。

- (7) マルチコアファイバ接続技術の国際標準化に向けて、国際標準化会議における新規検討課題として提案可能な技術を検討した。マルチコアファイバ用フィジカルコンタクト接続端面形状が IEC 61755 光学互換として提案が可能であると判断し、マルチコアファイバの国際標準化の進展に併せて、速やかに素案作成が可能な設計基盤を構築した。