

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0401）
 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光機能部品の開発と低損失接続技術の確立

（1）研究開発の目的

「革新的ファイバ技術の研究開発」にて開発が進められているマルチコアファイバによるマルチコア伝送システムでは、送信器からマルチコアファイバへ、マルチコアファイバから中継器や受信器へと信号光を接続するための、ファンイン、ファンアウト機能を有する光機能部品の開発が必要であり、さらにこの光機能部品とマルチコアファイバを低損失で接続する技術の確立が必須である。そこで本研究では、次世代ネットワークの主力となるマルチコア伝送システムを支えるマルチコアファイバ用光機能部品の開発と低損失接続技術の確立を目的とする。

（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

三菱電線工業株式会社 <幹事者>

（4）研究開発予算（百万円）

平成23年度	19（契約金額）
平成24年度	18（契約金額）
平成25年度	17（予定金額）
平成26年度	16（予定金額）
平成27年度	15（予定金額）

（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（三菱電線工業株式会社）

（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	12	8
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	0	0
	その他研究発表	8	8
	プレスリリース	0	0
	展示会	3	3
	標準化提案	0	0

具体的な成果

- (1) マルチコアファイバと接続するファンイン、ファンアウト機能を有する光機能部品について、フェルール孔構造の検討による製造作業性の向上、精密配列が可能な六角形孔フェルールや19心フェルールを用いて中心の7心を使用するアイデアにより配列性の向上を検討した。また光機能部品に使用する外径50 μm の細径ファイバと通常の125 μm シングルコア・シングルモードファイバとの融着接続では、融着条件を最適化することで、接続損失0.05 dB/接続の低損失化を実現した。
- (2) マルチコアファイバ同士の融着接続では、マーカー付円形マルチコアファイバを始め、非円形マルチコアファイバ（多角形、矩形）の融着接続を実施し、接続時の表面張力に起因する光ファイバの変形による損失を0.08 dB以下に抑え、外側コア接続損失平均0.145 dB（六角形）を達成した。また、矩形ファイバにおける回転角度調整方法の簡略化の検討及び評価、さらに非円形マルチコアファイバの最適固定方法（V溝構造、クランプ構造）について検討を行った。
- (3) マルチコアファイバ同士のコネクタ接続を実施し、接続損失は平均0.5 dB以下を達成した。また、コネクタ端面形状の検討を行い、試作したコネクタ端面では、全てのコアの反射減衰量は40 dB以上が得られ、全てのコアでPC（Physical Contact）接続されていることを確認した。

(7) 研究開発イメージ図

別紙 平成24年度「革新的光通信インフラの研究開発」の開発成果について

平成24年度「革新的光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 三菱電線工業株式会社(幹事者)
- ◆研究開発期間 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発予算 総額85百万円(平成24年度 18百万円)

2. 研究開発の目標

「革新的ファイバ技術の研究開発」にて開発が進められているマルチコアファイバによるマルチコア伝送システムでは、送信器からマルチコアファイバへ、マルチコアファイバから中継器や受信器へと信号光を接続するための、ファンイン、ファンアウト機能を有する光機能部品の開発が必要であり、さらにこの光機能部品とマルチコアファイバを低損失で接続する技術の確立が必須である。そこで本研究では、次世代ネットワークの主力となるマルチコア伝送システムを支えるマルチコアファイバ用光機能部品の開発と低損失接続技術の確立を目的とする。

3. 研究開発の成果

マルチコアファイバ接続技術①

マルチコアファイバ用光機能部品の特性向上

50 μ m細径ファイバとシングルコア・シングルモードファイバとの接続損失の低減

研究開発成果: マルチコアファイバ用光機能部品の低損失化

- マルチコアファイバと接続し、ファンイン、ファンアウト機能を有する光機能部品について、製造作業性、コア配置特性(配列性)の向上を検討した。
- フェルール内部構造を変更する事により、光機能部品の加工性の向上を検討した。
- フェルール孔構造を六角孔形状としコア配列性の向上を検討した。
- ファイバを19心使用し、中心7心のコア配列性の向上を検討した。
- 光機能部品に使用する外径50 μ m細径ファイバと通常の125 μ mシングルコア・シングルモードファイバとの融着接続を実施し、接続損失0.05dB/接続を実現した。

マルチコアファイバ接続技術②

マルチコアファイバ同士の接続技術

融着接続技術の開発

融着接続

コネクタ接続技術の開発

コネクタ接続

接続前 接続後 接続部断面
六角形マルチコアファイバ融着接続状況

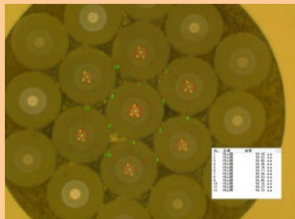
FCコネクタによるマルチコアファイバの接続状況

研究開発成果: マルチコアファイバ同士の接続技術の開発

- マルチコアファイバ同士の融着接続技術の開発
マーカー付円形マルチコアファイバを始め、非円形マルチコアファイバ(多角形、矩形)の融着接続を実施し、六角形マルチコアファイバにおいても融着接続時の表面張力に起因する光ファイバの変形による損失を0.08dB以下に抑え、外側コアの接続損失は平均で0.145dBを達成した。
また、マルチコアファイバ形状を矩形とし、コア配列を3X3とする事で側面2方向からの観察で5コアの調整を行う事が可能である事を確認した。
- マルチコアファイバ同士のコネクタ接続技術の開発
マルチコアファイバ同士のコネクタ接続を実施し、平均0.5dB以下の接続損失を達成した。コネクタ端面形状の検討を行い、全てのコアで反射減衰量は40dB以上が得られ、全てのコアでPC(Physical Contact)接続されていることを確認した。

光機能部品の低損失化①

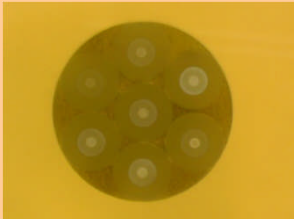
マルチコアファイバとのコネクタ接続を行う光機能部品について、フェルール構造による配列精度、及び加工性向上の検討を行った。



19心構造による配列性向上



六角孔フェルールによる配列性向上



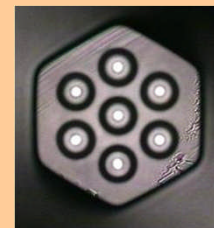
フェルール孔構造の変更による加工作業性の向上

光機能部品(ファンアウト部品)の特性

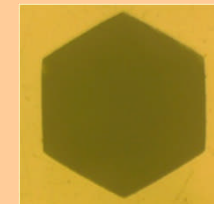
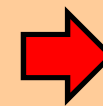
	19心構造	六角孔	孔構造改良
コア間隔平均	50.30 μ m	50.30 μ m	50.32 μ m
コア間隔最大	50.6 μ m	50.9 μ m	50.6 μ m
コア間隔最小	50.1 μ m	49.8 μ m	49.9 μ m

マルチコアファイバ同士のコネクタ接続

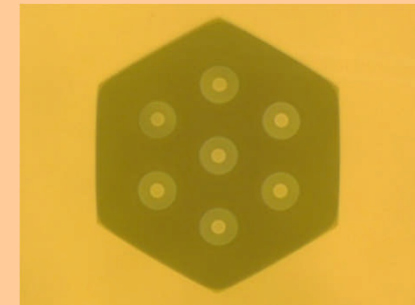
マルチコアファイバのコネクタ接続について、六角形マルチコアファイバを六角孔フェルールに固定することで、接続損失の低減、調心作業の簡略化の検討を行った。



六角形マルチコアファイバ



六角孔フェルール



端末加工後フェルール端面

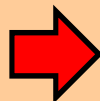
光機能部品の低損失化②

光機能部品に使用する細径ファイバ(50 μ m)とシングルコア・シングルモードファイバ(125 μ m)との低損失接続を実現することで、送受信器側との接続損失を低減させると共に汎用フェルールを使用する事で低価格化が実現可能になる。

シングルコア・シングルモードファイバ 細径ファイバ



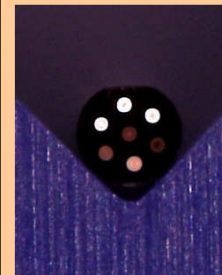
融着接続前



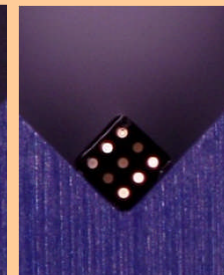
融着接続後

マルチコアファイバ同士の融着接続(V溝構造)

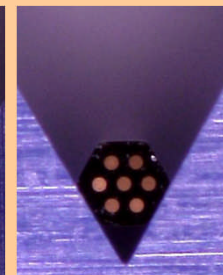
マルチコアファイバの融着接続について、融着(調心)作業性に優れたマルチコアファイバ構造を検討し、その特性を比較、評価した。



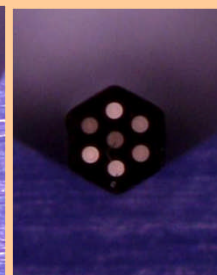
D型マルチコアファイバ
90° V溝



矩形9コアマルチコアファイバ
90° V溝



六角形マルチコアファイバ
60° V溝



六角形マルチコアファイバ
120° V溝

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
革新的光通信インフラに関する研究開発	12 (8)	0 (0)	0 (0)	8 (8)	0 (0)	3 (3)	0 (0)

5. 研究成果発表会等の開催について

なし

6. 今後の研究開発計画

- (1) マルチコアファイバ用光機能部品の低損失化と信頼性評価
 - ・光機能部品とマルチコアファイバの融着接続
最適ファイバ径の検討と多心化に伴うコア配列精度の改善
 - ・光機能部品とマルチコアファイバのコネクタ接続
コア間隔の異なるマルチコアファイバへの対応
 - ・細径ファイバとシングルコア・シングルモードファイバのコネクタ接続
細径ファイバ接続による損失増加の抑制
 - ・光機能部品の信頼性評価
光機能部品の環境試験の実施
- (2) マルチコアファイバ同士の接続技術の低損失化
 - ・マルチコアファイバ同士の低損失融着技術
マルチコアファイバの調心方法の最適化(多角形マルチコアファイバの使用)
 - ・マルチコアファイバ同士の低損失コネクタ接続技術
調心方法の簡略化、及び接続損失の低減
- (3) 接続性に優れたマルチコアファイバ構造の検討
 - ・接続性に優れたマルチコアファイバ構造
融着接続、コネクタ接続に適したマルチコアファイバ構造