

平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : 革新的光ファイバの実用化に向けた研究開発
採択番号 : 17001
個別課題名 :
副題 : ペタビット級空間多重光ファイバの実用化・大容量化技術

(1) 研究開発の目的

本研究では、マルチコアファイバの低コスト・大量生産ファイバ製造技術、ならびに、多心ケーブル化を念頭においた高信頼・高精度ファイバ製造技術を確立するとともに、それらファイバの評価技術を実現し、ペタビット伝送性能を有するマルチコアファイバの実用化を推進させる。また、マルチコアファイバにモード多重技術を融合させ、モード多重マルチコアファイバ作製技術およびその評価・伝送技術を検討する。モード多重数、コア数、そして変調多値数を最適化することで、マルチペタビット級空間多重多値変調伝送の実現可能性を実証することを目的とする。

(2) 研究開発期間

平成 25 年度から平成 29 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

株式会社 KDDI 研究所 <代表研究者>、古河電気工業株式会社、住友電気工業株式会社、国立法人大学東北大学

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 577 百万円 (平成 26 年度 123 百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

1700101 : 大容量マルチコアファイバ伝送技術 (株式会社 KDDI 研究所)

1700102 : マルチコアファイバのコア密度拡大・母材大型化・高速測定技術
(古河電気工業株式会社)

1. マルチコアファイバのコア密度拡大技術

2. マルチコアファイバ母材の大型化技術

3. マルチコアファイバの高速測定技術

1700103 : マルチコアファイバの高信頼化・高精度化とモード多重技術応用
(住友電気工業株式会社)

- 1.高信頼マルチコアファイバの開発
 - 2.マルチコアファイバのコア配列高精度化技術の開発
- 1700104:大容量マルチコアファイバの性能評価技術 (国立法人大学東北大学)
- 1.モード結合評価技術の開発
 - 2.マルチコア/マルチモードファイバの超多値伝送と特性評価

(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	10	7
	外国出願	1	1
外部発表	研究論文	5	5
	その他研究発表	32	21
	プレスリリース・報道	3	3
	展示会	3	2
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

- 1700101:大容量マルチコアファイバ伝送技術
 - ① マルチコアファイバを用いた大容量伝送技術の確立を目指し、モード多重技術をマルチコアファイバに応用することで空間多重数の増加を図るため、モード多重用マルチコアファイバ及びその入出力デバイスの設計・開発を行った。実際に、9.8kmの6モード19コアファイバを用いて、8波のWDM信号光を、全てのコア・モードにおいて伝送可能であることを実証し、その結果について論文投稿(OFC2015-PDP)を行った。
 - ② マツハツェンダ干渉計の片側の経路にビームのパターンを反転する機能(像反転機能)を設けることで、縮退LPモードを低損失で合分波可能な新たなモード多重分離器を開発した。また、開発したモード多重分離器の性能評価を行い、モードの合分波にBeam Splitterを用いた市販のモード多重分離器に比べ、Cバンドにおいて約2dBの損失低減が可能であることを明らかにし、その結果を纏め、論文投稿(ECOC2014)を行った。
- 1700102:マルチコアファイバのコア密度拡大・母材大型化・高速測定技術
 - ① 170-01-02-1 マルチコアファイバのコア密度拡大技術
 - 100km級の19コアファイバ実現のための母材設計条件を整理する

とともに、100km級ファイバを作製可能な母材作製工程を検討した。

② 170-01-02-2 マルチコアファイバ母材の大型化技術

初年度に実施したスート合成実験の結果を参考に、想定されるコア配置に応じた効率的な製造条件の検討を実施した。

③ 170-01-02-3 マルチコアファイバの高速測定技術

複数のコアを一括して測定可能な測定方法の開発を実施した。ファンアウトを活用した複数コアの一括測定技術により、マルチコアファイバの測定時間短縮が可能となったことを確認した。

● 1700103：マルチコアファイバの高信頼化・高精度化とモード多重技術応用

① マルチコアファイバのコア位置高精度化：コア間隔の高精度制御製造技術

を開発。(1) CAE 技術を適用し適切な製造条件について数値シミュレーションを完了 (2)完了したシミュレーション結果に基づき穿孔法のコア加熱一体化法の最適化を実施。平均コア間隔のファイバ長さ方向の変動を従来比半分の $0.25\mu\text{m}$ に低減した。

② モード多重応用：課題 1700101 が検討するための単一コア6モードFMFの試作を実施し1700101にて評価。続いて19コアFMFの試作を実施。

③ マルチコアファイバの高精度化：非円形ファイバ紡糸装置の形状フィードバック制御の基礎検討を実施すると共に、紡糸中のファイバ回転抑制の検討を行った。

④ マルチコアファイバの高信頼化：機械強度に関する検討を継続し、クラッド径 $125\mu\text{m}$ のMCFを用いた、高密度MCFケーブル(12芯コード)を試作した。これにより伝送損失・コア間クロストークにケーブル化による有意な劣化がみられないことを確認し、 $1.31\mu\text{m}$ 帯でエラーフリー伝送を実証した。

● 1700104：大容量マルチコアファイバ伝送技術

① マルチチャンネルOTDRを用いて距離および群遅延特性の異なる複数のマルチモードファイバ(FMF: Few Mode Fiber)のモード結合特性を測定した。その結果、本測定法が高次モードの曲げ損失特性評価に対しても有効であることを明らかにした。

② OTDR 測定系に光増幅機構ならびに光マスキング装置を新たに導入し、その距離分解能を1mまで向上させた。

③ マルチチャンネルOTDR装置内にモード結合量の算出プログラムをインストールしたモード結合測定装置のプロトタイプを試作した。