

平成28年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 革新的光ファイバの実用化に向けた研究開発

課 題 名 : 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 総合研究所<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、国立大学法人東北大学

(4) 研究開発予算(契約額)

総額 577 百万円(平成28年度 108 百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

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	20	4
	外国出願	8	5
外部発表	研究論文	10	3
	その他研究発表	109	48
	プレスリリース・報道	5	1
	展示会	8	4
	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 偏波多重 64QAM 信号を用いて 6 モード多重 18 コア伝送実験を行い、ファイバ 1 芯当たり 947bit/s/Hz の周波数利用効率を達成した。また、その結果を ECOC2016-PDP として発表した。
 - ② 受信 MIMO 処理の負荷軽減策として、弱結合型の数モードファイバを用いた 10 モード多重伝送実験を実施し、2x2 または 4x4MIMO（最大 260 タップ）のみで 81km 伝送可能であることを確認した。実験結果は、OFC2017 にて発表を行った。
 - ③ 課題間で連携し、ITU-T G.657 A1 の光学特性を満足する、シングルモードファイバと互換性のある 125 μ m 5 コアファイバの試作を行うとともに、その多芯ケーブル化についても検討を進め、成果を課題間連携により対外的にアピールを行った。
- 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
19 コアMCFと同様のコア密度を持つ12コアMCFを設計し、高密度かつ広帯域特性を確認した。
 - ② 170-01-02-2 マルチコアファイバ母材の大型化技術
12コアMCFにて100km級のプリフォームを完成させた。さらに線引装置の改良を行い100km級プリフォームの線引を可能とした。
 - ③ 170-01-02-3 マルチコアファイバの高速測定技術
ファンアウトによる入力系を活用したマルチコアファイバのMFD測定の高速化を実現した。
- 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高信頼化：高密度光ファイバケーブルにMCFを適用した際の信頼性確認にむけ、ケーブル化用のMCFの試作を実施し、光学特性の問題ないことを確認。来年度のケーブル化と、ケーブル化後の光学特性評価を予定。
 - ② マルチコアファイバの高精度化：H27年度までに実施した非円形ファイバの外径制御法を用いて、実際にマルチコアファイバの試作を行った。また、クラッド形状変形に関して実験結果を模擬するシミュレーションを実施し、実験結果との定性的な一致を確認した。また、マルチコアファイバにおけるコア位置精度についての要求条件を実際の接続損失の観点から明らかにするために、多心マルチコア光ファイバコネクタの試作を行い接続損失の評価を行い、全コア<1dBを確認した。
 - ③ モード多重応用：課題1700101が検討するための6モード19コアファイバの設

計検討を実施した。また、数モードファイバの各モードの実行断面積をファーフィールドスキャンにより測定する方法を新たに開発し、課題 1700101 にて準備したファイバを用いて、測定法の妥当性を確認した。

- 1700104：大容量マルチコアファイバ伝送技術
 - ① モード結合測定プログラム中に伝搬損失のモード依存性に対する校正機能を追加し、LP モード間のモード結合評価も実施できるよう改良した。また、市販のモード結合回路を用いて最終年度にペタビット伝送に用いる 6 モードファイバのモード結合測定を開始した。
 - ② 超多値 QAM 信号の WDM マルチコアファイバ伝送実験の準備として、C バンド帯全域で波長可変の線幅 8 kHz の外部共振型 LD を新たに開発した。また、本光源を送信用光源として利用し、注入同期法による光位同期技術を組み合わせ、C バンド帯全域を用いた 42.3 Tbit/s, 18-Gbaud 64QAM WDM 伝送実験を実施した。