

平成24年度研究開発成果概要書

革新的光ファイバ技術の研究開発（146ア0301）

課題ア マルチコア光ファイバの設計方法および製造方法に関する研究
副題 クロストークの条長依存性を考慮した高密度マルチコアファイバ

(1) 研究開発の目的

本研究開発においては、光通信の伝送容量増大の限界を打ち破る一つの方策として、伝送線路としての空間多重型のマルチコアファイバにかかわる研究開発を行う。マルチコアファイバの期待される空間的多重度に対してキーとなる光学特性は、コア間のクロストークである。実用伝送線路としての完成度を上げていくためには、長尺ファイバにおけるクロストークの挙動解析を進めることが不可欠である。伝送路として不可欠となる有効コア断面積の拡大といった種々の特性を考慮に入れながら、高密度のマルチコアファイバの開発を進め、将来的な標準品となりうるマルチコアファイバにむけた技術確立を目的とする。

(2) 研究開発期間

平成22年度から平成24年度（3年間）

(3) 委託先

（株）フジクラ

(4) 研究開発予算（百万円単位切上げ）

平成22年度 33（契約金額）

平成23年度 31（ 〃 ）

平成24年度 30（ 〃 ）

(5) 研究開発課題と担当

課題ア：マルチコア光ファイバの設計方法
および製造方法に関する研究開発
（株）フジクラ

1.

(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	13	5
	外国出願	4	3
外部発表	研究論文	6	4
	その他研究発表	51	27
	プレスリリース	1	1
	展示会	6	3
	標準化提案	0	0

具体的な成果

- (1) 一般的な六方最密配置型の課題をすべて解消可能な構造として、コアを円環状に配置する構造を提案し、12 コア型のマルチコアファイバを試作しました。
- (2) 「革新的光通信インフラの研究開発」受託者と連携し、上記12 コア型マルチコアファイバを用いた伝送実験を行い、ファイバー本当たりの伝送容量として史上初めて1 Pb/s を超える結果を記録しました。
- (2) マルチコアファイバの長尺化技術検討を行い、従来比5 倍程度の長さのファイバを製造する
- (3) 広範囲な曲げ径に対して安定して小さなクロストークを実現可能な準均一 Aeff 異種コア型マルチコアファイバの試作を行い、理論計算通りの特性が得られることを実証しました。
- (4) 空間利用効率を飛躍的に拡大可能なファイバとして、フューモード・マルチコアファイバの試作を行い、通常シングルモードファイバに対して10 倍以上の多重度が実現可能であることを見出しました。
- (5) クロストークの評価

(7) 研究開発イメージ図

平成24年度「革新的光ファイバ技術の研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

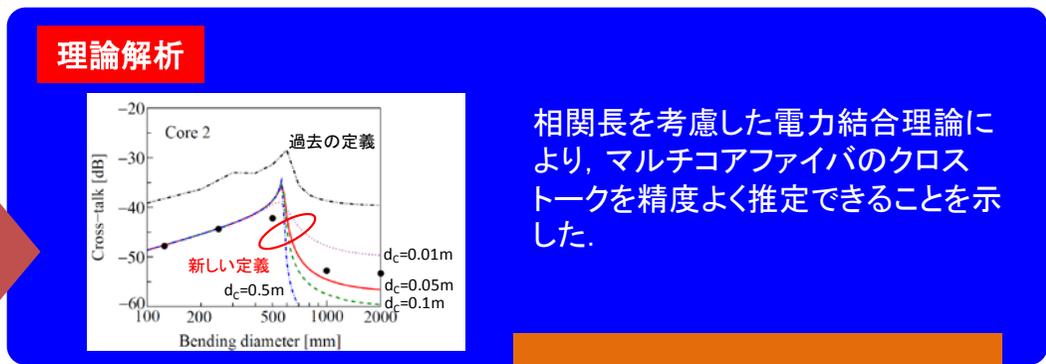
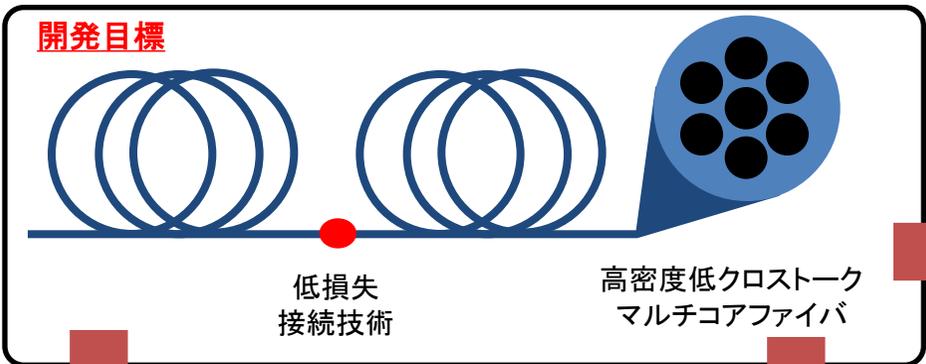
1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 株式会社フジクラ
- ◆研究開発期間 平成22年度から平成24年度(3年間)
- ◆研究開発費 総額93百万円

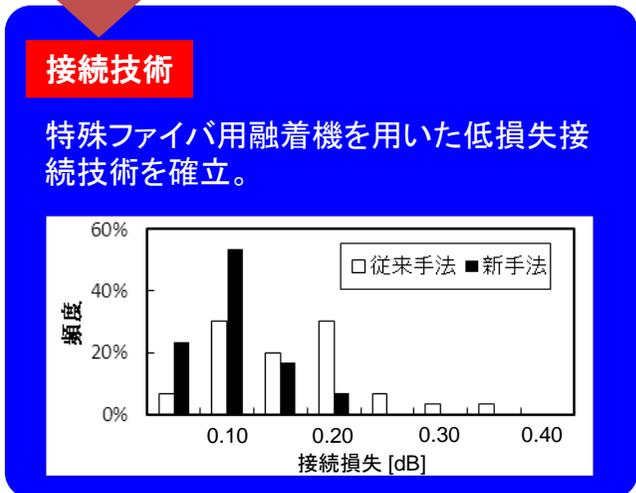
2. 研究開発の目標

マルチコアファイバのクロストークの推定技術を確立し、限られたクラッド内に出るだけ多くのコアを配置可能な高密度光ファイバを実現する。高密度光ファイバの設計においては、十分低いクロストーク、出来るだけ大きな有効コア断面積の確保に留意する。また、高密度光ファイバの同士の接続技術を確立し、伝送線路ファイバとしての実用性を示す。

3. 研究開発の成果



146イ 北海道大学との共同研究



高密度マルチコアファイバ

環状配置 (12コア)

【新規構造の提案・実証】

低クロストークかつ多コア化が可能な構造として環状配置を提案。単長50kmを超えるファイバを複数試作。本ファイバは、ファイバー本当たりの伝送容量として史上初めて1 Pb/sを超えた実験に適用された。

【超高密度化の提案・実証】

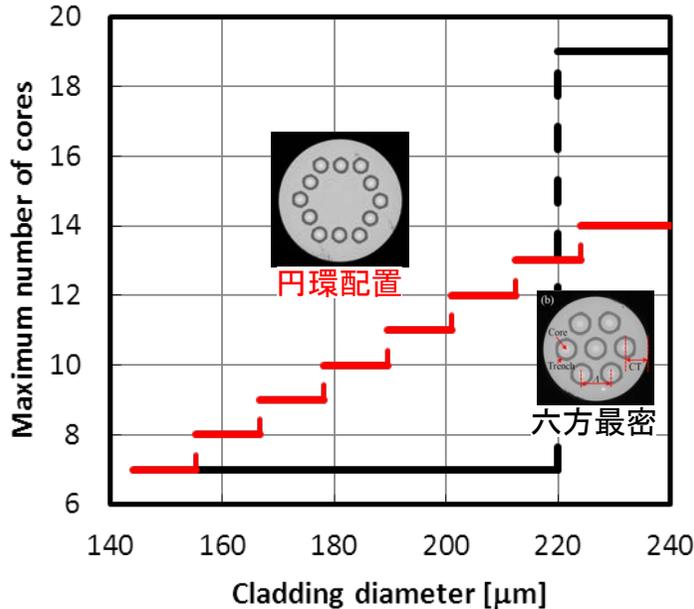
環状配置を超える高密度化が可能な構造として、準均一Aeff異種マルチコアファイバおよびフューモードマルチコアファイバを提案

準均一Aeff異種マルチコアファイバ

フューモードマルチコアファイバ

高密度マルチコアファイバ

新規コア配置によるコア数の増大

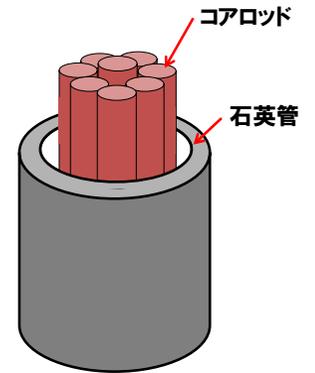
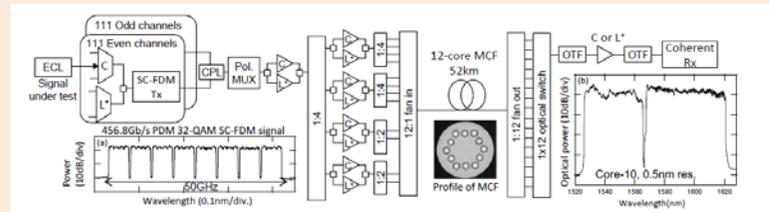


信頼性の観点から制限されるクラッド径に対して、コア数を柔軟に設定可能な円環配置を提案。本構造は、実効的なクロストークがすべてのコアで同じであるという特性も持つ。

長尺マルチコアファイバ製造技術

石英管にコアを詰めて作成するStack & Draw法による長尺化を検討。従来比5倍以上の長尺化を実現し、クラッド径 230 μmのファイバを60 km程度作成することが可能になった。

52kmの円環配置12コアファイバを用いて、伝送容量世界記録(ファイバー本当たり, 1.01 Pb/s)の樹立 (NTT, DTU, 北大との共同研究)



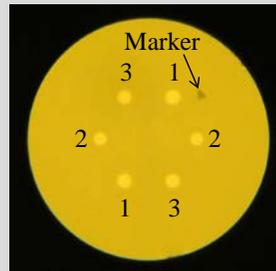
stack & Draw法の模式図

更なる高密度化への提案

上記手法では実現不可能なコア多重度を実現するための構造を新規に提案。それぞれ実証試作を行い、構造の妥当性を確認。

準均一 A_{eff} 異種マルチコアファイバ

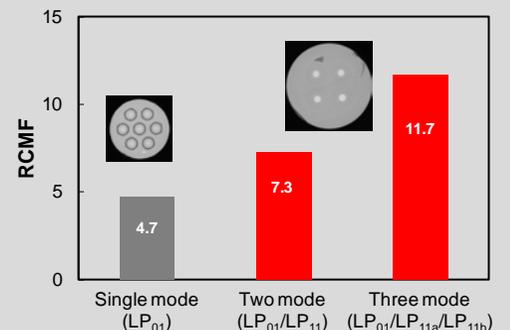
異なった伝搬定数を有しながらも A_{eff} が同じコアを環状に配置することにより、クロストークが飛躍的に改善可能であることを実証。従来の準均一マルチコアファイバに対して、20%程度の多重度向上が可能。幅広い曲げ径でクロストークが安定という特徴も有する。



試作ファイバ断面図

フューモードマルチコアファイバ

複数のモードが伝搬するコアを複数配置した、フューモードマルチコアの可能性を検討。本構造により、SMFの10倍の多重度が実現できる可能性があることを示した。



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	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
革新的光ファイバ技術の研究開発	13 (5)	4 (3)	6 (4)	51 (27)	1 (1)	6 (3)	0 (0)

5. 研究成果発表会等の開催について

課題アおよび課題イ受託者と共同にて、以下の発表会を実施した。

2011年11月29日 NTT つくばフォーラム2011

2011年12月15日 電子情報通信学会光通信システム研究会第25回 光通信システムシンポジウム

2012年 2月15日 NTT R&Dフォーラム

2012年 9月25日 インターオプト

2012年10月18日 NTTつくばフォーラム2012

2012年12月13日 電子情報通信学会光通信システム研究会第26回光通信システムシンポジウム

6. 今後の研究開発計画

本委託研究中の取組によりシングルモードマルチコアファイバの設計技術を確立するとともに長尺マルチコアファイバ実現に向けた基礎的な技術を確立することが出来た。これらの技術開発を継続し、マルチコアファイバ商用化に向けた課題の抽出・解決を継続していく。

また、既知の構造に比べて高密度が可能な構造提案をいくつか行った。これらの構造についても引き続き検討を進め、その実現可能性についての検証を進めて行き、最適なマルチコア構造の確立につなげていく。