

平成24年度研究開発成果概要書

革新的光ファイバ技術に関する研究開発 (146ア02)

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 将来の大容量伝送に対応するソリッド型マルチコアファイバの最適化検討およびマルチコアファイバの基本特性の評価

(1) 研究開発の目的

世界中で最も広く用いられている通常の SMF に相当するコアを有する 7 コア型のマルチコアファイバと、SMF よりも Aeff を拡大したコアを有することにより多値変調信号伝送等の新技术を用いたさらなる大容量化に対応可能な 7 コア型のマルチコアファイバの最適化検討を実施し、それらファイバの基本特性の評価することにより将来のマルチコアファイバの実用化を進める事を、研究の目的とする。

(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

古河電気工業(株) <幹事>、国立大学法人東北大学

(4) 研究開発予算 (百万円単位切上げ)

平成22年度	51
平成23年度	48
平成24年度	45

(5) 研究開発課題と担当

1. 光ファイバ設計、製造、評価技術 (古河電気工業)
2. 長手特性測定技術 (東北大学)

(6) これまで得られた研究開発成果

(累計) 64件 (当該年度) 30件

特許出願	国内出願	10	1
	外国出願	7	4
外部発表	研究論文	3	2
	その他研究発表	38	19
	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) Aeff 140 μm^2 まで拡大したMCFを実現
- (2) 製造性向上により単一MCFの条長を50kmまで拡大
- (3) マルチチャンネルOTDRの長尺高精度測定を実現

(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に関する研究開発」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 古河電気工業株式会社(幹事者)、東北大学
- ◆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144百万円(平成24年度45百万円)

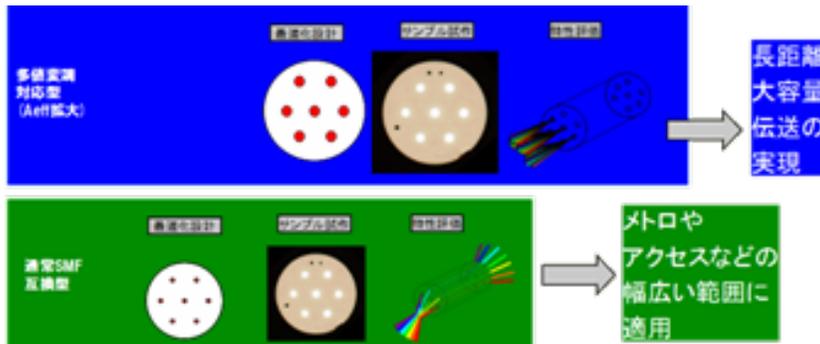
2. 研究開発の目標

通常のSMFに相当する $A_{eff}=80 \mu\text{m}^2$ を有する7コアファイバの実用化要素を考慮に入れた最適化設計, 試作検証を行う。さらに多値変調などの新信号フォーマットを用いた大容量伝送にも対応可能な、 A_{eff} を $100 \mu\text{m}^2$ にまで拡大した7コアファイバについても最適化設計を行い、特性評価を行う。また、得られたサンプルを用いて、コア間のクロストーク測定などマルチコアファイバ特有の特性評価を行う。

3. 研究開発の成果

①設計/作製/評価技術

研究開発目標



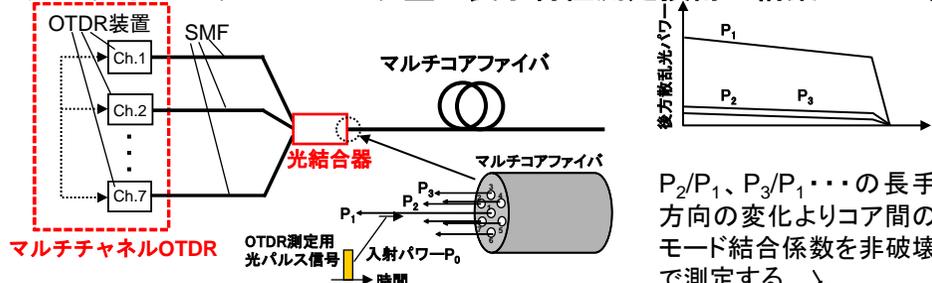
研究開発成果

研究開発成果:マルチコアファイバ設計作製技術

- 光ファイバの低非線形化を目指し、 A_{eff} を $140 \mu\text{m}^2$ まで拡大に成功した。
- 製造技術の向上に取り組み、プリフォーム大型化に着手。長距離伝送実験に寄与可能な50km超の線引可能なプリフォームを作製、ファイバ化に成功した。
- モード多重伝送可能なMCFを設計、試作。7コア、19コアのファイバを実現した。

②長手特性測定技術

OTDR (Optical Time Domain Reflectometry) 法を用いたマルチコアファイバのクロストーク量の長手特性測定技術の構築



- OTDR装置の改良
- 長尺マルチコアファイバのクロストーク特性評価

研究開発成果:光増幅機構ならびに光マスク装置の開発

- OTDR測定用光パルス信号の増幅機構の開発ならびにフレネル反射を除去する光マスク装置の改良を図り、距離分解能10 mで60 dB以上のダイナミックレンジを実現した。

研究開発成果: マルチコアファイバの長手特性評価

- 開発したマルチチャンネルOTDR装置を用いて、-50 dB以下の低クロストーク特性を有するレンチ型マルチコアファイバや46 kmの長尺なマルチコアファイバの長手特性評価(右図)を高い感度で実施し、開発した測定技術がファイバ構造の長手方向の揺らぎに対する評価に大変有効であることを実証した。

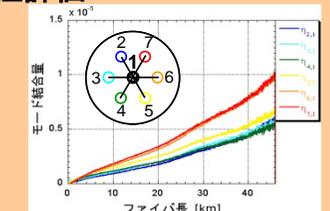


図 中心コアへ光パルスを励起した際の周辺コアへのモード結合量

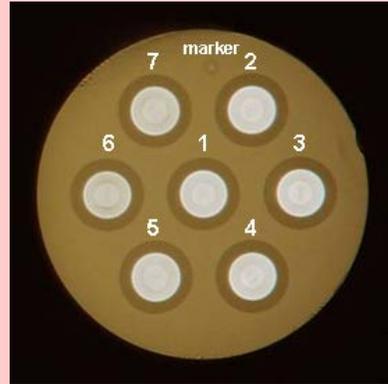
①設計/作製/評価技術の主な成果

マルチコアファイバ設計作製技術

低非線形MCFの実現

- 非線形性の低減可能な低マクロベンド損失なコアプロファイルを設計
- $A_{eff} > 140 \mu\text{m}^2$ にてクロストーク-60dB@100kmの7コアMCFを実現

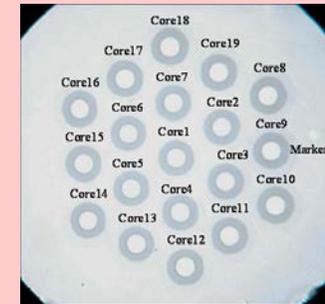
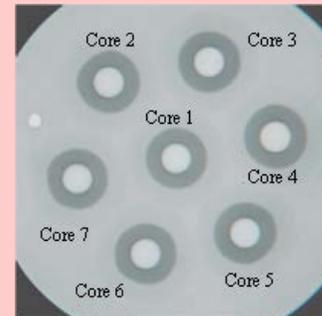
コアピッチ	55 μm
クラッド径	186 μm
被覆外径	345 μm



低非線形MCF

モード多重伝送用MCFの検討

- LP01/LP11を伝送可能なファイバをMCFのコアに適用
- FMFのクロストークを検討し、LP11-LP11間のクロストークが支配的であることを解明
- 7コアMCF と 19コアMCFを実現

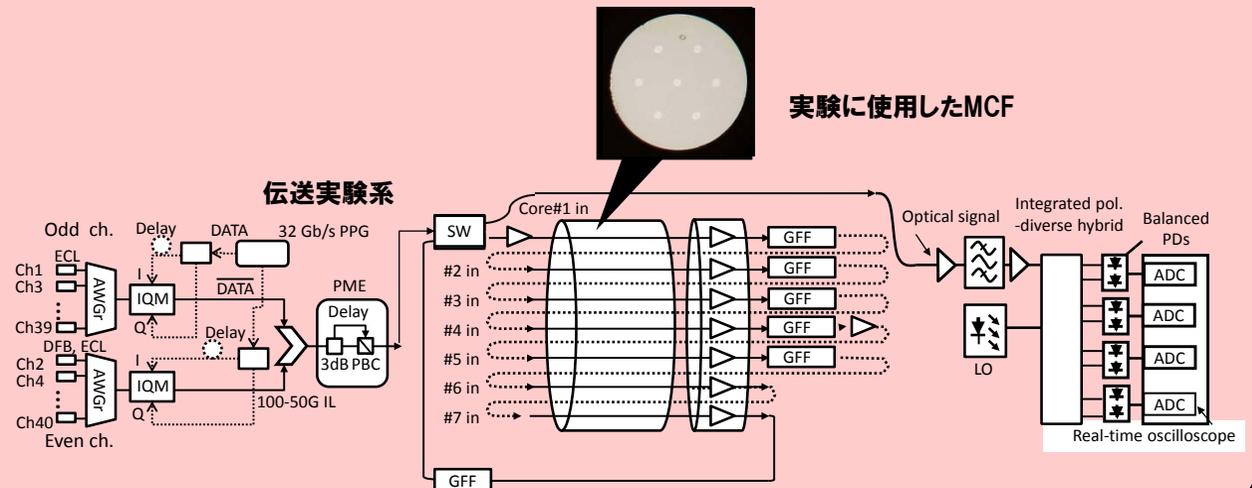


製造技術の向上

- 7コアMCFの長尺線引実現
- 条長50km/被覆径345 μm /クラッド径220 μm
- 損失 0.20dB/km A_{eff} 100 μm^2
- 得られた長尺ファイバは長距離伝送実験に寄与

[課題150連携]

実験に使用したMCF



②長手特性測定技術の主な成果

マルチチャネルOTDR装置の改良

OTDR装置を改良し、距離分解能10 mにおいて60 dB以上のダイナミックレンジを実現

- 光増幅機構(EDFA)を用いたモード結合測定のダイナミックレンジ拡大
- 反射光除去用光マスク装置の改良 (マスク範囲:任意に設定可、消光比 > 40 dB)

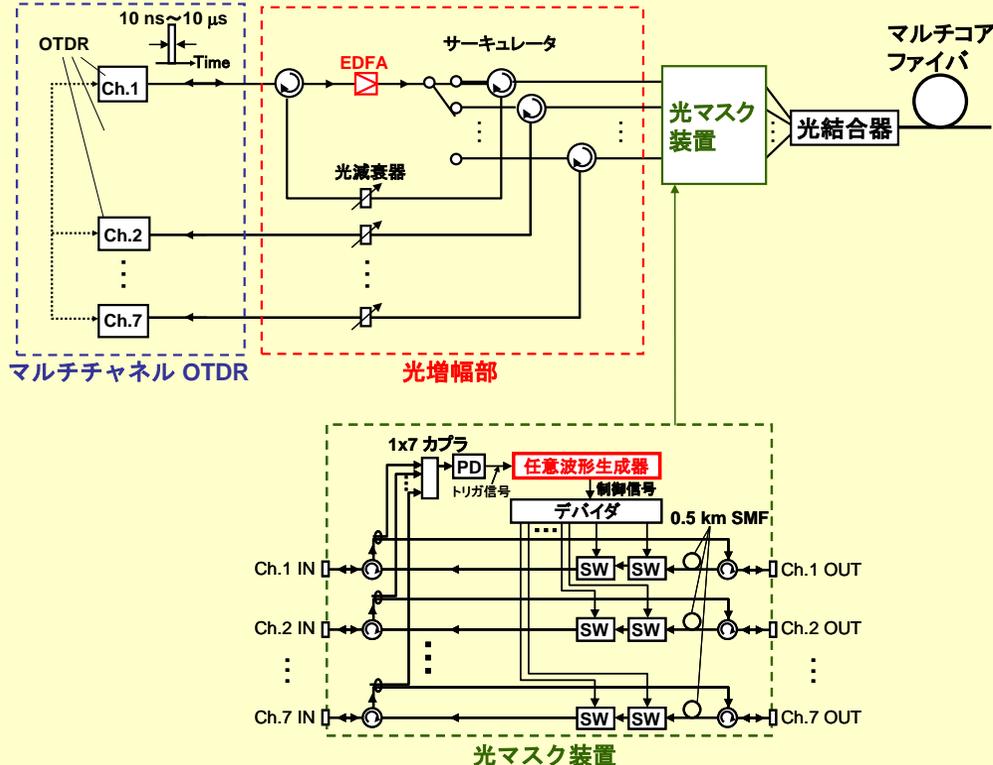


図 改良したOTDRを用いたマルチコアファイバの長手特性評価系の構成

長尺マルチコアファイバの長手特性評価

46 kmの長尺なマルチコアファイバの長手特性評価

- 65 dB以上の高いダイナミックレンジを実現し、-50 dB以下の低クロストーク量の測定に成功
- 被測定ファイバ入出力端における反射光の影響を完全に除去

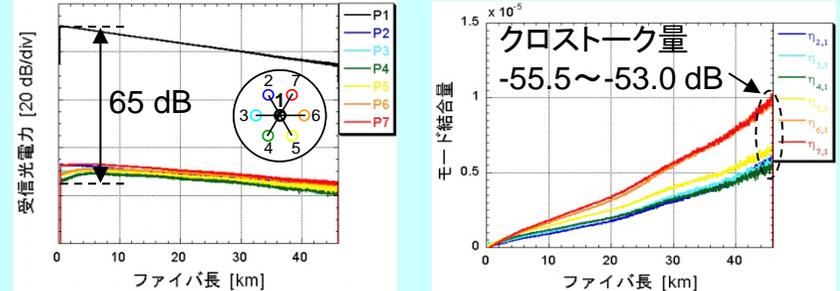
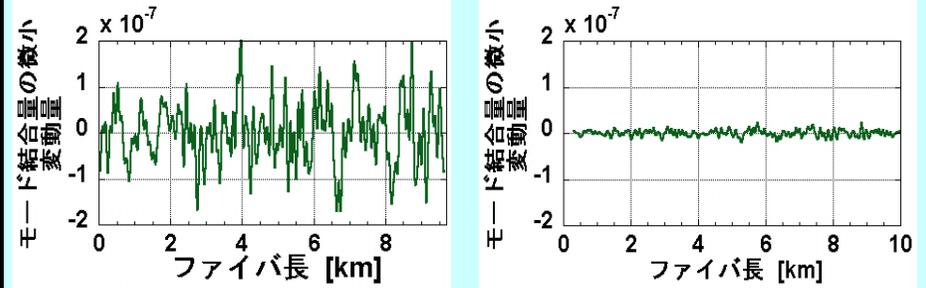


図 中心コアに光パルスを励起した際の各コアからのレイリー散乱光電力(左)および周辺コアへのモード結合量(右)

ファイバ構造の揺らぎとモード結合量の長手特性の 相関の観測

- 光ファイバ構造の違いによるモード結合量の長手方向変化の差異を測定



(a)ファイバ構造揺らぎ=大

(b)ファイバ構造揺らぎ=小

図 ファイバ構造の異なる2つのマルチコアファイバに対するモード結合量の長手方向変化の測定結果

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
革新的光ファイバに関する研究開発	10 (1)	7 (4)	3 (2)	38 (19)	1 (1)	6 (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

- ・ MCFの実用化に向けた検討を継続する。