

平成23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23年度48百万円)

2. 研究開発の目標

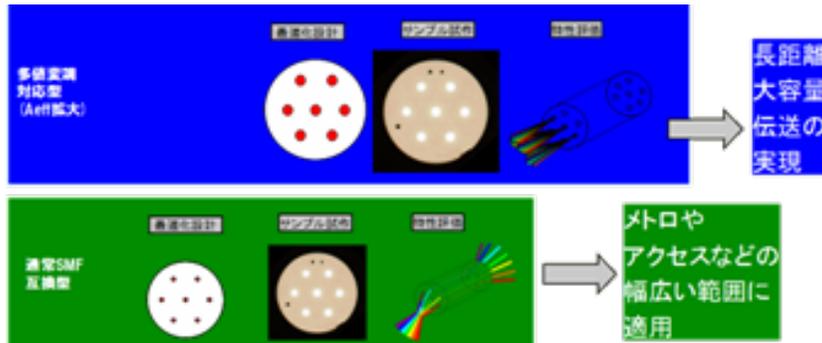
通常のSMFに相当する $A_{eff}=80 \mu m^2$ を有する7コアファイバの実用化要素を考慮に入れた最適化設計, 試作検証を行う。さらに多値変調などの新信号フォーマットを用いた大容量伝送にも対応可能な、 A_{eff} を $100 \mu m^2$ にまで拡大した7コアファイバについても最適化設計を行い、特性評価を行う。また、得られたサンプルを用いて、コア間のクロストーク測定などマルチコアファイバ特有の特性評価を行う。

3. 研究開発の成果

①設計/作製/評価技術

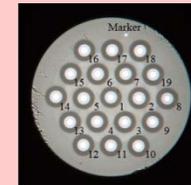
研究開発目標

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

- コア数拡大とクロストーク低減の両立に向け、コアピッチとクラッド厚の最適化を検討。その結果クラッド径 $200 \mu m$ の中に19個のコアを配置することに成功した。
- クラッド径拡大時の信頼性について計算及び実験にて検証し、クラッド径 $210 \mu m$ でも十分な信頼性を保持できることを明らかにした。

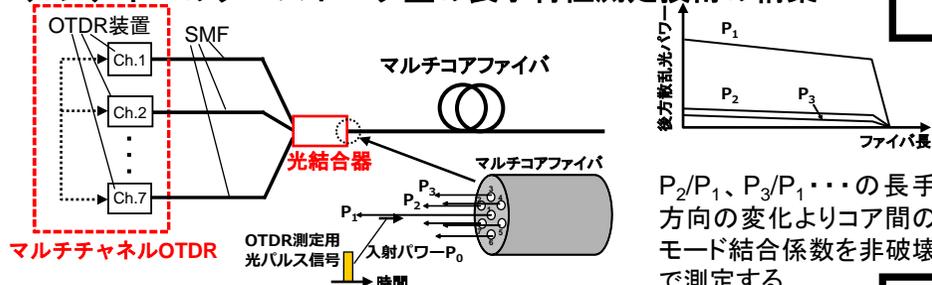


研究開発成果:マルチコアファイバ評価技術

- マルチコアファイバの融着器での接続性向上を図り、マーカーを光学的に判別調べることで接続損失 0.3 dB 以下の接続を可能とした

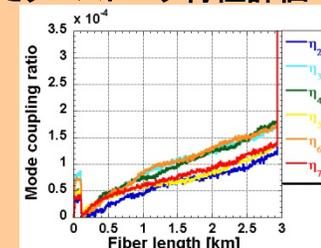
②長手特性測定技術

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



研究開発成果:マルチチャンネルOTDRを用いたクロストーク特性評価

- マルチチャンネルOTDR装置を用いてマルチコアファイバのクロストークの長手方向変化を測定することに成功した。
- 4回の測定で全ての隣接するコア間のクロストーク特性の評価を実現した。



- マルチチャンネルOTDRを用いたクロストーク特性評価
- 光マスク装置の開発

研究開発成果:光マスク装置の開発

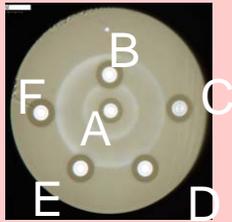
- OTDR測定用光パルス信号のフレネル反射を除去する光マスク装置を開発し、フレネル反射によるデッドゾーンを除去することに成功した。

①設計/作製/評価技術の主な成果

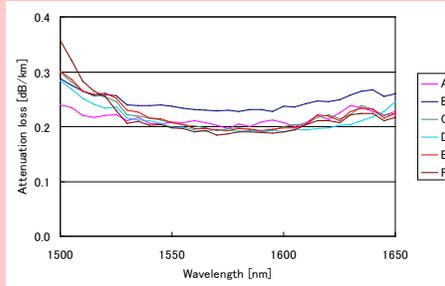
マルチコアファイバ設計作製技術

クラッド厚の最適化

- クラッド径とマクロベンドロスとの関係をシミュレーションで解析
(曲げによるフィールド変化を利用)
- シミュレーション結果を実験で実証



クラッド厚, コアピッチの異なる
6コアファイバを作製



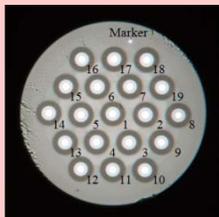
各コアのマイクロベンド特性

19コアMCFによるコア密度増大検討

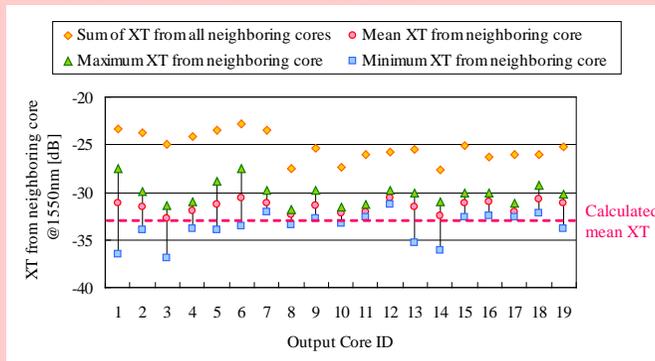
- 35 μ m間隔の三層の六方細密格子にコアを配置
- 被覆径345 μ m/クラッド径200 μ m
- 被覆径換算で10倍, クラッド径換算で7倍のコア密度達成

[通常SMFとの比較]

- 平均クロストーク
-32dB@ 10km



19コアファイバ

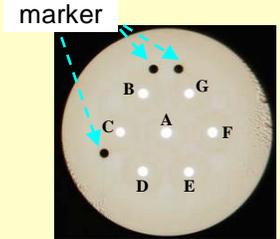


19コアMCFのクロストーク特性を評価
(各コア間の最大/最小/平均 及び全周囲コアの総クロストーク)

マルチコアファイバ評価技術

マルチコアファイバ同士の融着接続

- Active調心
パワーメータを用いて調心
- Passive調心
マーカーを光学的に判別して調心

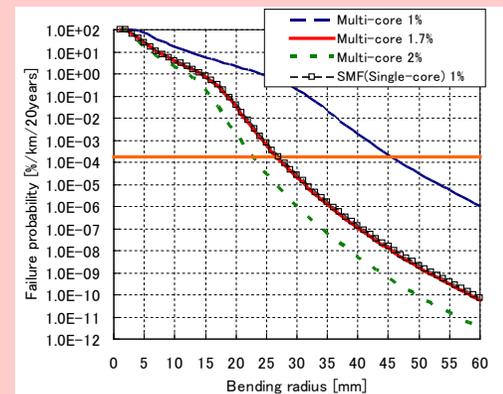


どちらの調心法でも接続損失を0.3dB (max) 以下に抑制

			@1310nm		@1550nm	
		N	Max. (dB)	Ave. (dB)	Max. (dB)	Ave. (dB)
Active alignment	Center core	3	0.019	0.010	0.039	0.022
	Outer core	18	0.285	0.085	0.295	0.145
Passive alignment	Center core	3	0.063	0.032	0.038	0.031
	Outer core	18	0.155	0.062	0.198	0.119

大クラッドファイバの信頼性評価

- 210 μ mクラッドMCFの信頼度確認
- 破断強度は通常SMFと遜色ないレベル
(湿熱前後で比較)
- ブルーレベル1.7%で通常SMFと同等の破断確率

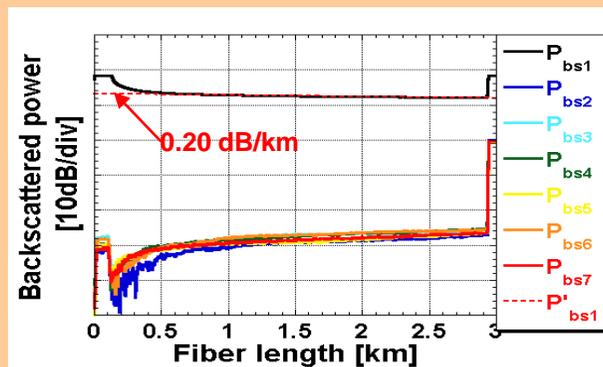


210 μ mクラッドファイバの
曲げ径と破断確率

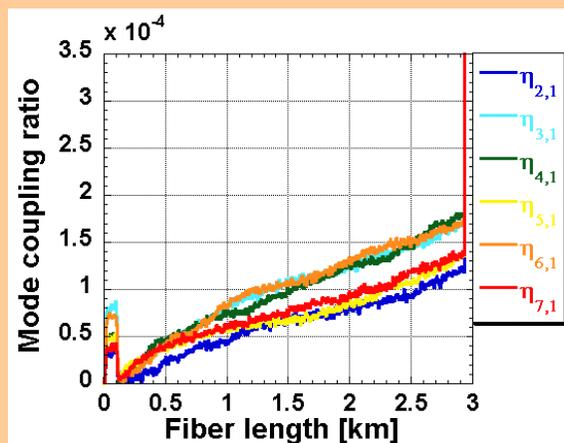
②長手特性測定技術の主な成果

マルチチャネルOTDRを用いた クロストーク特性評価

- マルチチャネルOTDR装置を用いてマルチコアファイバのクロストークの長手方向変化を測定することに成功
- 4回の測定で全ての隣接するコア間のクロストーク特性を評価することが可能



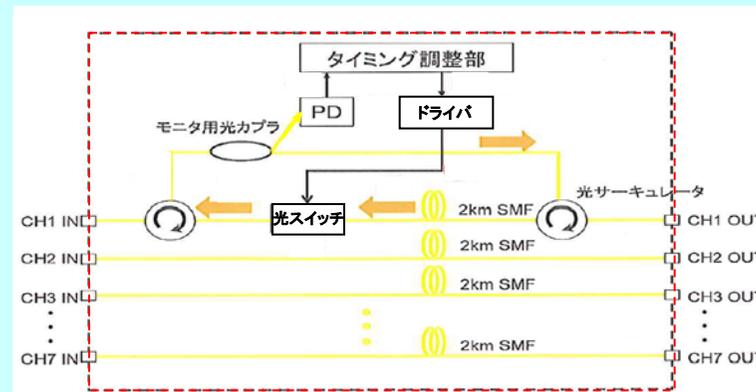
各コアからの後方レイリー散乱光の強度分布 (中心コア励振時)



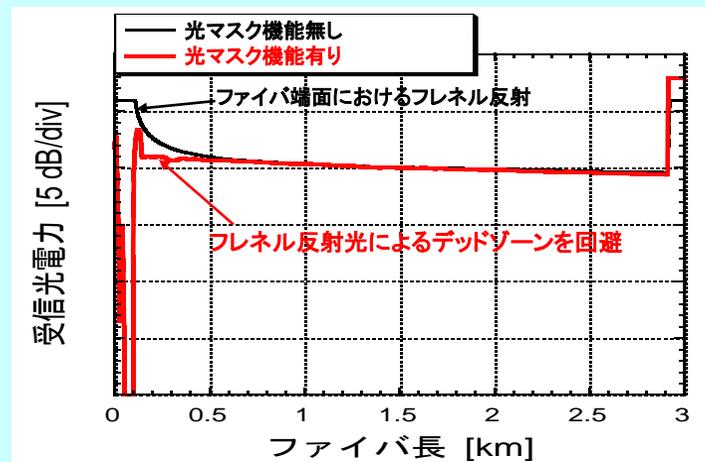
中心コアから周辺コアへの光結合比の長手方向変化の評価結果

光マスク装置の開発

- OTDR測定用光パルス信号の入射端面におけるフレネル反射を除去する光マスク装置を開発し、フレネル反射によるデッドゾーンを除去することに成功



光マスク装置の構成 (模式図)



光マスク装置適用前後のOTDR波形の比較

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	5(2)	0(0)	1(1)	16(15)	0	3(3)	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

- ・ Aeffの拡大検討を進める.
- ・ コア数増加とクロストークの抑制の両立を図る.
- ・ 10kmを超える長尺のファイバ作成技術確立する.
- ・ ファイバ長手方向の特性変化に関する評価結果をファイバ設計へフィードバックすることにより, プロセスおよび設計の最適化手法を見出していく.