

平成24年度研究開発成果概要書
革新的光通信インフラの研究開発（150ア01）

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

マルチコア光増幅ファイバを増幅媒体に用いた、低消費電力で小型の一括増幅型マルチコア光増幅器を実現する技術開発を提案する。一括励起可能な構造をもつマルチコア光増幅ファイバを用いて複数信号を同時に高効率に増幅する技術を確立するとともに、光増幅器を構成する他の光部品類もマルチコア化することで一括処理可能な技術も開発する。さらには、光増幅器全体の制御技術も含めて開発し、最終的に、全体構成の簡略化による低消費電力および小型のマルチコア光増幅器を実現することを研究開発の目的とする。

（2）研究開発期間

平成23年度から平成27年度（5年間）

（3）委託先

古河電気工業株式会社<幹事>、東北大学、東北学院大学

（4）研究開発予算（百万円単位切上げ）

平成23年度	47（契約金額）
平成24年度	45（ 〃 ）
平成25年度	42（ 〃 ）
平成26年度	40（ 〃 ）
平成27年度	37（ 〃 ）

（5）研究開発課題と担当

課題ア-1：マルチコア光増幅を構成するデバイスの開発および評価

1. マルチコア光増幅ファイバの開発（古河電気工業株式会社）
2. マルチコア光増幅ファイバの特性評価（東北大学）
3. マルチコアファイバ光結合モジュールの開発と評価（東北学院大学）
4. 制御技術および制御回路の開発（古河電工）

課題ア-2：マルチコア光増幅器の開発と評価

1. マルチコア光増幅器の開発（古河電工）
2. マルチコア光増幅器の光学特性評価（東北大学）

(6) これまで得られた研究開発成果

(累計) 37 件 (当該年度) 35 件

特許出願	国内出願	5	5
	外国出願	9	8
外部発表	研究論文	1	1
	その他研究発表	15	13
	プレスリリース	1	1
	展示会	2	2
	標準化提案	1	1

具体的な成果

(1) 7 コア型 MC-EDF を作製し、長距離伝送実験に寄与

(2) 一括励起型 MC-EDF 用結合モジュールを作製

(3) 7 コア型 MC-EDF の利得の長手特性を評価およびその評価における ASE 雑音の影響に関する課題の抽出

(7) 研究開発イメージ図

平成24年度「革新的光通信インフラの研究開発」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 古河電気工業株式会社〈幹事〉, 東北大学, 東北学院大学
- ◆研究開発機関 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額209百万円(平成24年度44百万円)

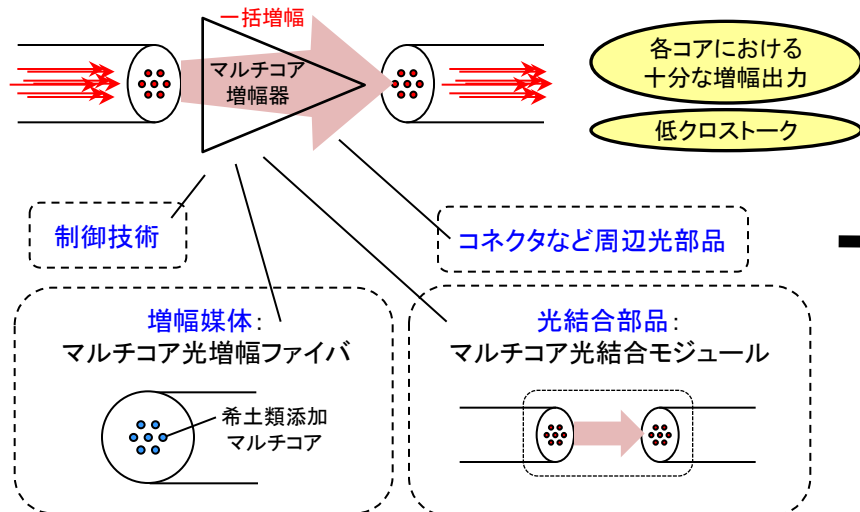
2. 研究開発の目標

将来の大容量伝送に対応するため、空間多重伝送を実現するマルチコアファイバが注目されているが、光通信インフラにはマルチコアに対応した光中継増幅器も必須である。本研究ではマルチコア光増幅ファイバを増幅媒体に用いた、低消費電力で小型の一括増幅型マルチコア光増幅器を実現する技術開発を目的とする。

3. 研究開発の成果

①マルチコア光増幅の各構成デバイス開発と評価

マルチコア一括光増幅器を構成する各デバイスとその評価技術の開発



研究開発成果: マルチコア光増幅ファイバ作製および評価技術

増幅媒体であるマルチコア増幅ファイバの設計・作製・評価

- クラッド励起可能なMC-EDFの作製
- エアクラッド型MC-EDFを作製. コア間で均一な吸収値を確認
- ポリマクラッド型ダブルクラッドMC-EDFを作製. コア間隔を45umとし, 低クロストークでコア間で利得均一な特性を確認

研究開発成果: マルチコア光結合系試作

マルチコア増幅ファイバの各増幅コアの独立光結合による評価が重要

- マルチコアの2つの増幅コアを独立光結合するマルチコアコリメータを試作し, 2コア独立光結合を確認

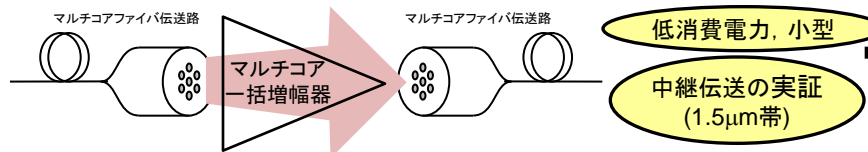
研究開発成果: マルチコア光増幅ファイバ長手特性評価技術

長さ11mの7コア光増幅ファイバの長手方向の利得特性を評価を実施

- 距離分解能1mで各コアの利得分布特性を評価し, 透過法による利得特性と一致する結果を得た。
- 励起に伴うASE光の影響を低減することにより, コア間のモード結合成分の検出に成功

②マルチコア光増幅器の開発と評価

マルチコア光中継増幅を実現するマルチコア一括光増幅器の開発と評価



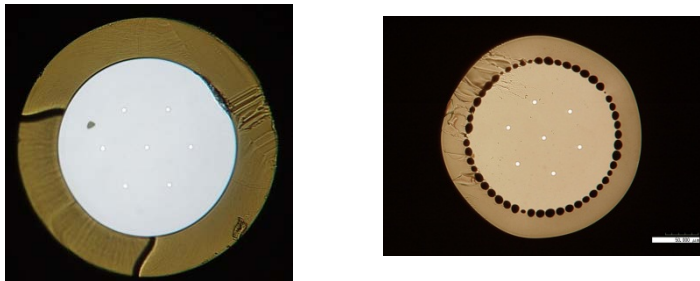
研究開発成果: マルチコア光増幅ファイバ増幅特性評価技術

マルチコア増幅ファイバの各コアにおいて, クロストークの問題ない独立したデータを増幅できるかを確認することが課題。

- ファイババンドルによる7コア独立励起増幅系を構築
- 7コアファイバのうちの2コアをクラッド励起増幅することで, 2コア同時一括増幅実験に成功

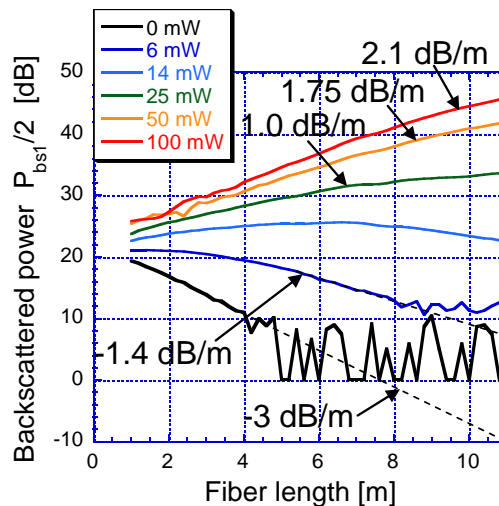
マルチコア光増幅ファイバの作製と基礎増幅特性評価

マルチコア光増幅ファイバの設計と作製



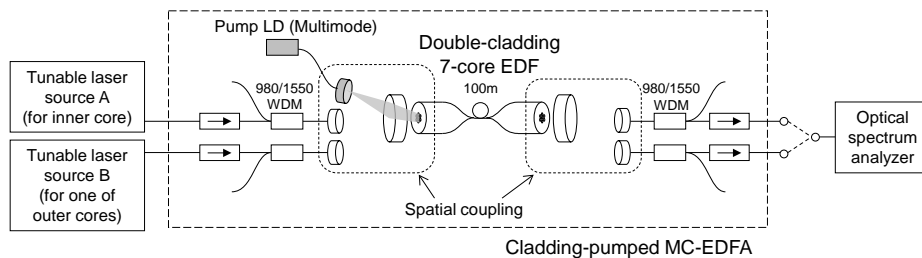
低屈折率樹脂を用いる構造と空孔による2タイプダブルクラッド構造を作成. 2種のファイバの各コアの特性を評価. このうち低屈折率によるポリマークラッド型にてクラッド励起時の特性を確認, 2コア同時増幅可能なことを確認

マルチコア光増幅ファイバの特性評価



OTDR法により距離分解能1 mでファイバ長手方向の利得特性を評価し、透過法により測定した利得と一致する結果を得た。

マルチコアファイバ光結合モジュールの開発と評価



2コア独立増幅時の増幅特性評価系

•7コア伝送路ファイバとの結合性を考慮し空間結合型の結合モジュールを作製した. 作製したモジュールの信号入出力ポートとしてまず2コア分の作製を行い, 1つのマルチモードポンプレーザによる励起で2コア分の信号増幅可能とした.

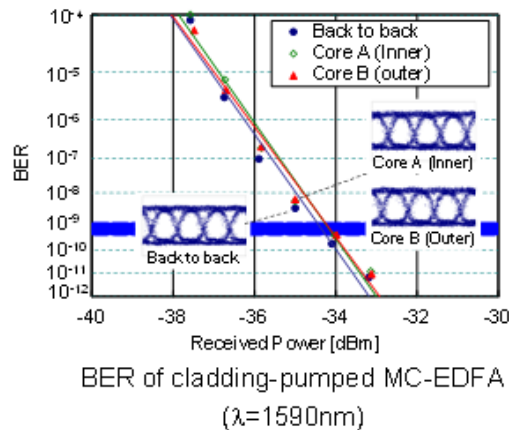
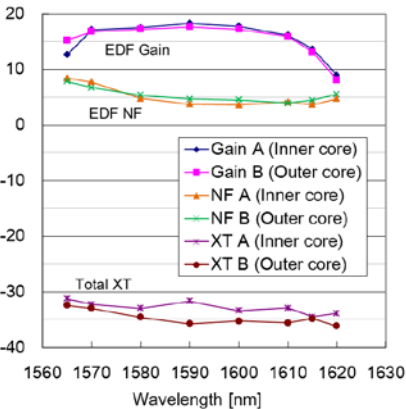
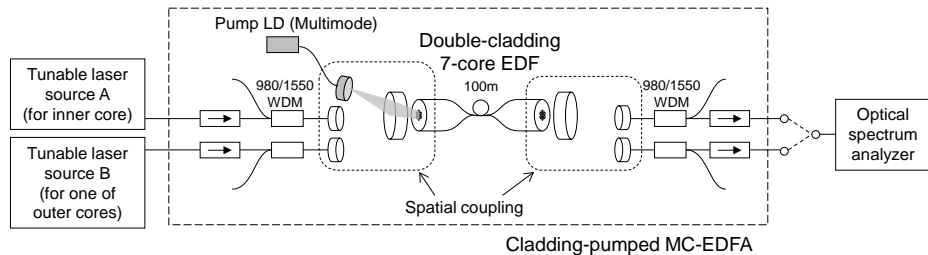
マルチコア光増幅器の制御技術および制御回路の開発

•マルチコア光増幅ファイバの光増幅特性結果のうち, 出力安定化やコア間増幅偏差抑制に必要な増幅器制御技術の開発課題項目として設定. これらの制御性確認のためコア励起型EDFAを作製した. 今後, これらに測定用ポートをつけることにより制御性の確認を進める.

マルチコア光増幅器の開発と評価

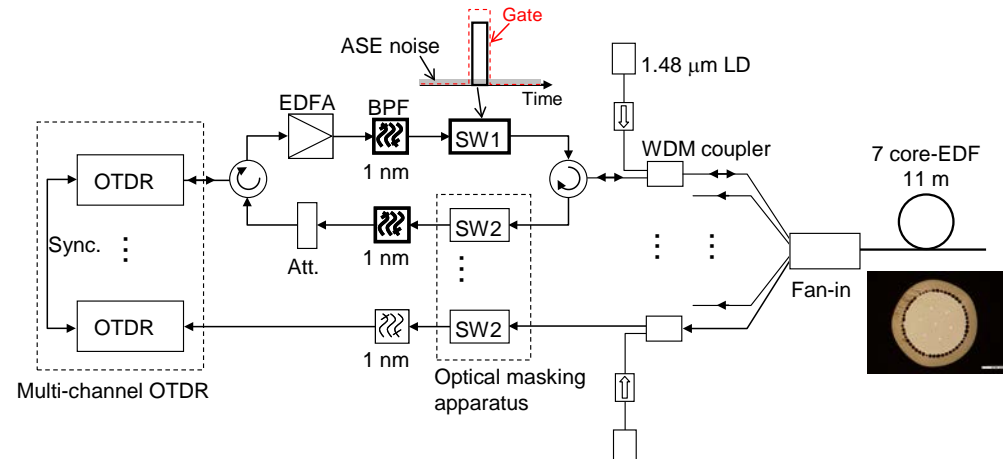
マルチコア光増幅器の構成検討と増幅器試作

作製したポリマクラッド型MC-EDFと結合モジュールを使用し、クラッド励起型増幅器を実現。1つのマルチモードLDを用いて2コアの同時増幅を実現。伝送実験にてエラーフリー伝送を確認

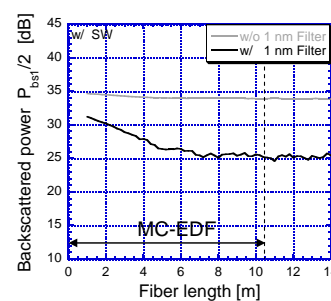


マルチコア光増幅器の評価における問題点の抽出

マルチコア光増幅器の長手特性を評価する上で、励起に伴うASE雑音の影響が測定のダイナミックレンジを制限することを明らかにし、光フィルタおよび光スイッチを用いたASE光の除去対策を施した。

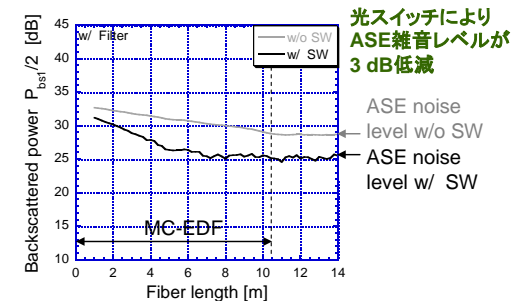


マルチコア光増幅ファイバの長手特性評価系の構成



光フィルタによるASE除去効果

光フィルタによりASE雑音レベルが8.5 dB低減



光スイッチ(SW1)によるASE除去効果

光スイッチによりASE雑音レベルが3 dB低減

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
革新的光通信インフラの研究開発	5 (5)	9 (8)	1 (1)	15 (13)	1 (1)	2 (2)	1 (1)

5. 研究成果発表会等の開催について

特になし

6. 今後の研究開発計画

- ・マルチコア光増幅を構成するデバイスの開発および評価
- ・マルチコア光増幅器の開発と評価