

平成26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・研究開発予算

- ◆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207百万円(平成26年度41百万円)

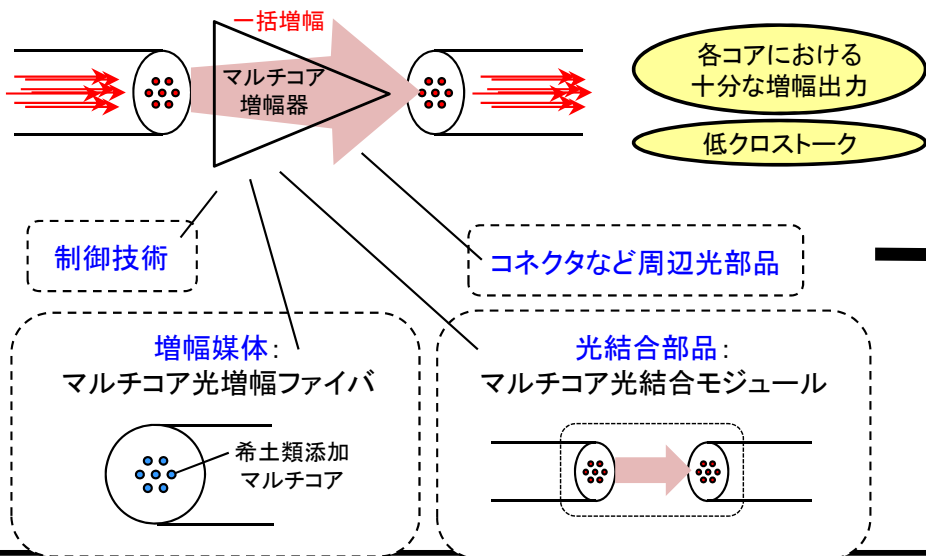
2. 研究開発の目標

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 マルチコア光増幅を構成するデバイスの開発および評価

マルチコア一括増幅器を構成する各デバイスとその評価技術の開発



マルチコア光増幅ファイバの開発

コアポンプとクラッドポンプでの効率を比較
ポンプパワー効率がクラッド励起で低下しないことを確認

マルチコア光増幅ファイバのモード結合特性評価

光増幅ファイバより放出されるASE光除去用フィルタとして、3 dB帯域が0.001 nmである超狭帯域FBG光フィルタを新たに試作・導入し、モード結合特性の測定感度を約5 dB改善した。

マルチコアファイバ光結合モジュールの開発と評価

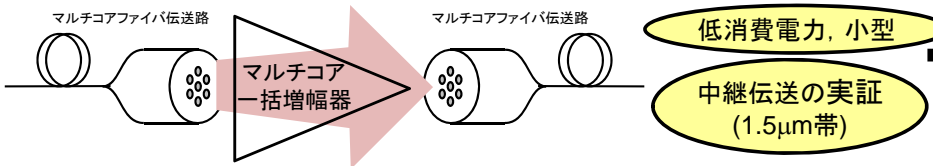
反射型の光学系とプリズム合波の構成を抜本的に見直し、信号光結合損失1.08dB(最小0.65dB)を、励起光結合損失0.46dBを達成した。

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EDFAの利得偏差をVOAで補償することを仮定した際の総合特性について検討

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増幅器の開発と評価



マルチコア光増幅器の開発

クラッド励起でのマルチコアEDFAを実現
コア励起より消費電力が低減できることを確認

マルチコア光増幅器の光学特性評価

7コアEDFAの利得特性, モード結合特性ならびに各デバイスの接続点におけるフレネル反射量の評価を実施した。

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

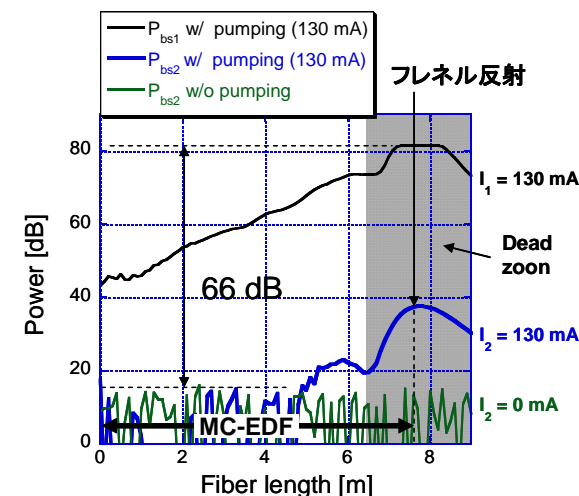
クラッド励起でのファイバ種の違いによる特性変化を確認
7コアでのコア励起/クラッド励起の効率差は約半分となることを確認した。

	Core-pumped	Cladding-pumped
Pump OFF (Idle status)	31.5 W	31.4 W
Pump ON (On status)	146 W	97 W
On-Off difference	114.5 W	65.6 W

マルチコア光増幅ファイバのモード結合特性評価

モード結合特性評価系を改良(0.001 nmの超狭帯域FBG光フィルタの試作・導入)し、課題ア-2-1で開発した個別励起型7コアEDFAの評価を実施した。

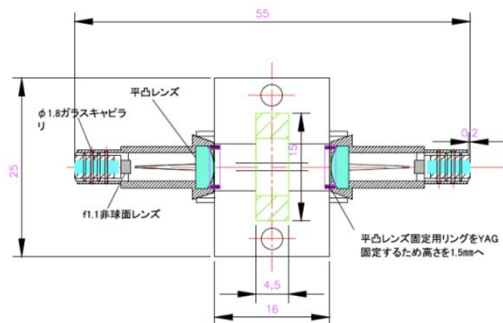
その結果、被結合コアの後方レイリー散乱電力の測定に、励起用コアの最大受信レベルに対して-66 dB以下の最小受光感度を実現した。



コア1へ光パルスを入射した際のコア1,2からの後方レイリー散乱電力

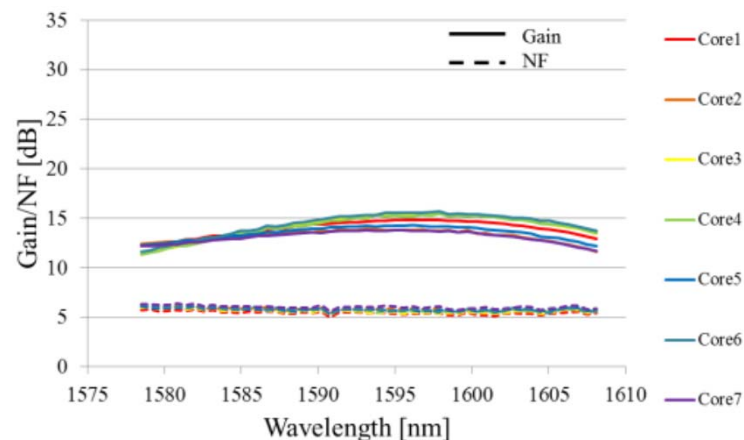
マルチコアファイバ光結合モジュールの開発と評価

反射型の光学系とプリズム合波の構成を抜本的に見直し、信号光4枚レンズ/励起光2枚レンズ構成の光結合モジュールを作成して対向距離16mmで信号光結合損失1.08dB(最小0.65dB)を、励起光結合損失0.46dBを達成した。



マルチコア光増幅器の制御技術および制御回路の開発

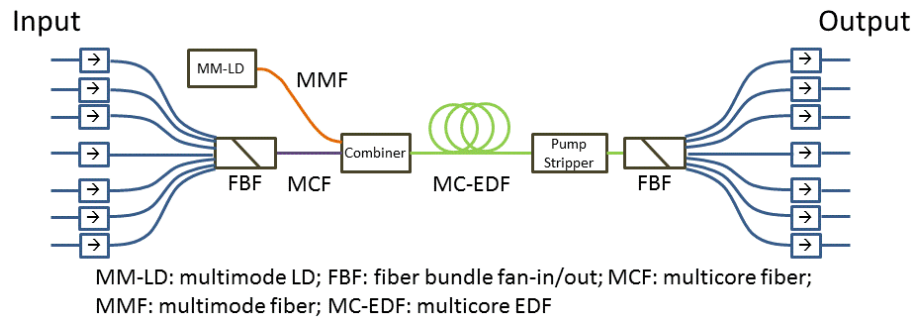
クラッド励起で高出力化後の制御のない状態での利得バラツキを低減, 制御幅の縮小を実現



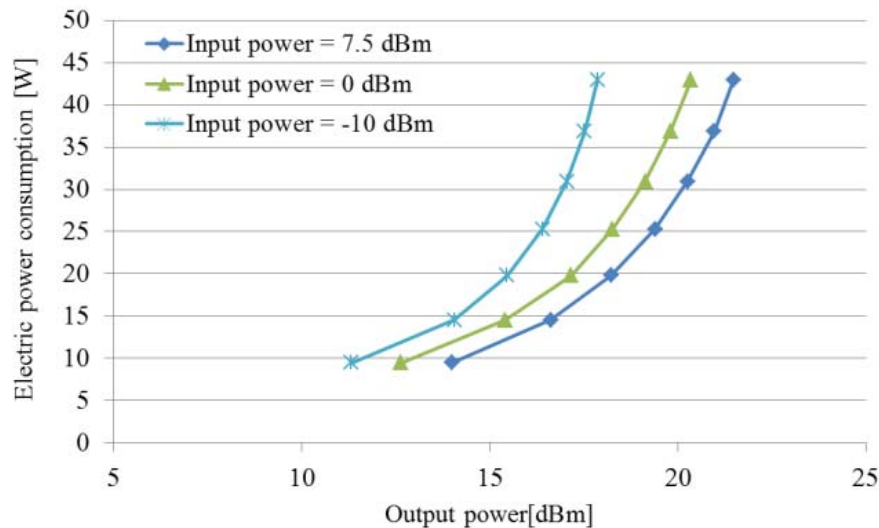
マルチコア光増幅器の開発と評価

マルチコア光増幅器の構成検討と増幅器試作

ファイバ型コンバイナを適用した一括励起型MC-EDFAを構成し、コンバイナの損失低減により高出力化を実現した。入力信号の変化に対する出力変化を確認し、各効率を確認した。



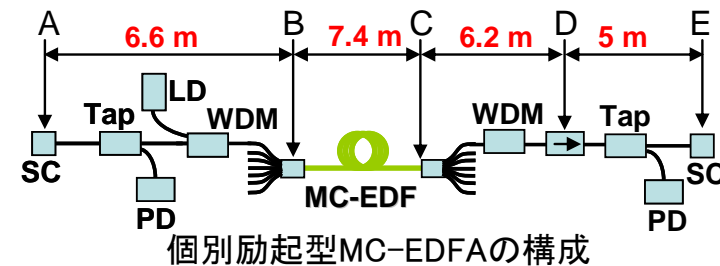
一括励起型MC-EDFAの構成



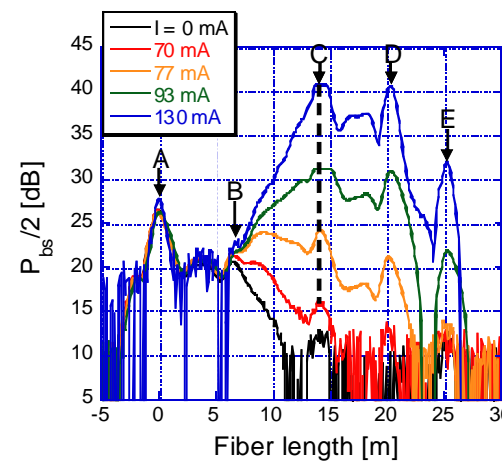
MC-EDFAの出力パワと消費電力

マルチコア光増幅器の光学特性評価

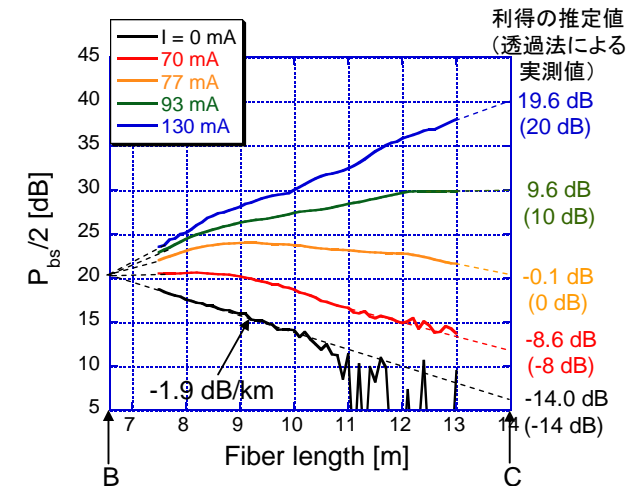
課題ア-2-1で開発した個別励起型MC-EDFAの利得ならびに反射特性を評価した。各コアの利得の長手方向特性を詳細に評価し、励起電力を調整することで全てのコアに対し同等の利得特性が得られることを確認した。また、1 mの距離分解能でかつ高感度なOTDR測定を実施することにより、EDFA内部の各接続点におけるレネル反射量を高精度に評価することに成功した。



個別励起型MC-EDFAの構成



(a) MC-EDFA全体のOTDR波形



(b) MC-EDFAの利得特性

MC-EDFA (中心コア) の利得ならびに反射特性の評価結果

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
革新的光通信インフラの研究開発	8 (0)	18 (5)	6 (2)	51 (10)	7 (0)	8 (2)	2 (1)

(1)トピックス

各コア20dBmを超える出力をもつラッド励起型7コアMC-EDFAを実現。消費電力もコア励起型と比較して低減できることを証明した。

5. 今後の研究開発計画

MC-EDFAのパッケージ化を行い、現状のEDFAよりコンパクトなサイズで低消費電力、高出力なMC-EDFAを実現する。
一括励起型MC-EDFAの利得特性、モード結合特性ならびに各デバイスの接続点におけるフレネル反射量の評価を実施する。