

平成 25 年度研究開発成果概要書

課題名 : 革新的光通信インフラの研究開発
採択番号 : 150 ア 2
個別課題名 : 課題ア マルチコア光増幅技術
副題 : マルチコア光増幅の実現技術の確立と国際標準化の推進

(1) 研究開発の目的

マルチコアファイバを用いた空間多重によって従来の光伝送システム容量を飛躍的に増大させるマルチコア光伝送に資するマルチコア光増幅技術の基盤技術確立を目的とする。具体的には、光増幅中継に必要な集中型光増幅について、「コア分離光増幅」、並びに「ファイバ型一括光増幅」の両基盤技術を確立すると共に、伝送中の信号対雑音比劣化抑制に有効な、分布型/遠隔励起型光増幅を実現する基盤技術を確立する。

さらに、マルチコア光増幅技術の検討における成果、及び明らかになった課題を明確化することで、国際標準化へ向けた基礎とする。

(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

日本電信電話株式会社<代表研究者>、株式会社フジクラ、公立大学法人大阪府立大学、国立大学法人島根大学、学校法人千歳科学技術大学

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 265 百万円 (平成 25 年度 53 百万円)
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題ア-1 集中増幅用コア分離/ファイバ一括光増幅技術の開発

課題ア-1-1 光増幅動作特性解析・設計技術
(日本電信電話株式会社)

課題ア-1-2 増幅用ファイバ設計・線引き・評価技術
(日本電信電話株式会社)

課題ア-1-3 EDF による増幅用ファイバ母材設計・作製技術
(株式会社フジクラ)

課題ア-1-4 EDF 以外による増幅用ファイバ母材設計・作製技術
(千歳科学技術大学)

課題ア-1-5 増幅用複合機能デバイス技術
(日本電信電話株式会社)

課題ア-1-6 集中型光増幅特性評価
(大阪府立大学)

課題ア-1-7 光増幅器プロトタイプ作製
(大阪府立大学)

課題ア-2 分布型/遠隔励起型光増幅実現技術の開発

課題ア-2-1 増幅用ファイバ設計・線引き・評価技術
(日本電信電話株式会社)

課題ア-2-2 EDF による増幅用ファイバ母材設計・作製技術
(株式会社フジクラ)

課題ア-2-3 EDF 以外による増幅用ファイバ母材設計・作製技術
(千歳科学技術大学)

課題ア-2-4 増幅用複合機能デバイス技術
(日本電信電話株式会社)

課題ア-2-5 分布型/遠隔励起型光増幅特性評価
(島根大学)

課題ア-3 国際標準化の推進

課題ア-3-1 国際標準化へ向けたロードマップ策定
(大阪府立大学)

課題ア-3-2 新規課題提案の素案作成
(日本電信電話株式会社)

(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	7
	外国出願	2	2
外部発表	研究論文	3	2
	その他研究発表	70	39
	プレスリリース	0	0
	展示会	7	5
	標準化提案	3	0

(7) 具体的な成果実施内容と成果

課題ア-1 集中増幅用コア分離/ファイバー一括光増幅技術の開発

・12 コアファイバ伝送実験用・MCF 相互接続動態展示用マルチコア光増幅器の作製
(日本電信電話、フジクラ、大阪府立大、島根大、千歳科学技術大)

- (1) 12 コアファイバ伝送実験用光増幅器として、7 コア EDF 2 本の外周各 6 コアを使用したマルチコア光増幅器を作製し、課題ウと連携して実施した伝送実験へ適用して、伝送容量積 $1 \text{ Eb/s} \cdot \text{km}$ 超の達成に貢献した。本マルチコア光増幅のコア平均の利得は 14.2 dB、雑音指数 5.2 dB 以下である。なお、本マルチコア光増幅器では、隣接コア間で信号伝搬の向きを反対に設定し、通常構成のマルチコア光増幅器と比較してクロストークを -45 dB から -53 dB へ低減した。
- (2) 課題 146 との連携で実施した 7 コアファイバ相互接続実験において、7 コア光ファイバ増幅器を作製し動態展示を行った。

・高効率ダブルクラッド・マルチコア光増幅器の実証

(日本電信電話、フジクラ、大阪府立大、島根大)

昨年度試作のダブルクラッド・マルチコア Er/Yb 添加ファイバを新たに作製した MCF ピグテイルをもつ空間結合型励起/信号コンバイナモジュールと接続し、クラッド励起により 12 コア一括増幅を達成した。本光増幅器では、5 m 長のダブルクラッド・マルチコア Er/Yb 添加ファイバを用いて C 帯増幅を実現すると共に、高利得係数 7.1-9.6 dB/W) を確認した。

- ダブルクラッド Bi 添加光ファイバの作製

(千歳科学技術大)

- (1) Bi 添加方法として、VAD プロセスで作製した石英系ガラス微粒子の棒状スート状態に Bi 溶液中で液浸添加を実施し、かつダブルクラッド用 Bi 添加母材を作製した。
- (2) Bi 添加前のスート状態における最適脱水条件を迫ると共に Bi 添加後の損失増加の定量的検討を行い、損失要因を明確にした。
- (3) 励起効率が上がるようにコアの中心に Bi が分布する屈折率分布を作製するためコア母材を細くする方法で検討した。
- (4) 高出力励起の基本特性を明らかにするためダブルクラッド光ファイバを作製すべく石英ガラスより低屈折率のコーティングファイバを作製した。

- 1.7 μm 帯 Tm-Tb 添加ファイバレーザおよび増幅器の実証

(大阪府立大、日本電信電話)

当初目標設定を超える技術として、Hollow コアフォトリックバンドギャップファイバを用いた長波長帯伝送適用を目標とした、Tm-Tb 添加ファイバを用いた 1.7 μm 帯ファイバレーザおよび増幅器の検討を実施。

- (1) 1.7 μm 帯において広帯域波長可変レーザを実証し、可変発振波長域幅 130.4 nm (1635.6 ~ 1766.0 nm) を実現した。
- (2) 1.7 μm 帯光ファイバ増幅器を世界に先駆けて開発した。実現した特性は、最大信号利得 22.5dB、増幅帯域は 31 nm (波長 1678 ~ 1709 nm) である。

課題ア-2 分布型/遠隔励起型光増幅実現技術の開発

- 遠隔励起型増幅における励起効率向上および利得制御精度明確化

(島根大)

- (1) 分布ラマン増幅より高効率な分布増幅を可能とする、遠隔励起 L 帯 EDFA に関し、ダブルパス構成による励起効率向上特性を確認した。
- (2) 遠隔励起 C 帯 EDFA に関し、全光型の利得一定制御法の提案と、利得制御精度に関する基本特性の明確化を行った。