

平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : 光周波数・位相制御光中継伝送技術の研究開発
採択番号 : 175B01
個別課題名 : 課題 B 広帯域マルチキャリア光パラメトリック増幅中継技術
副題 : 大容量マルチキャリア信号の高ダイナミックレンジ中継増幅技術

(1) 研究開発の目的

近年、飛躍的な進歩を遂げ、今後の光伝送の柱として期待されているデジタルコヒーレント技術のもつ潜在能力を一層向上させ、通信トラフィック需要の急速な増大に因應するために、電気的なデジタル信号処理 (DSP) 技術のみならず、光のコヒーレンスを駆使した革新技術でブレイクスルーを生み出すことが望まれている。本研究では、ネットワークの信号対雑音比 (SNR: Signal-to-noise ratio) の劣化を最小限に抑え、伝送距離の制限緩和を目指すアプローチとして、EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) に比べて低雑音増幅ならびに非線形位相雑音低減の可能性を持つ光パラメトリック増幅器の実現を目指す。産学連携により、それぞれの強みを持ち寄ることで、多値変調信号/マルチキャリア信号に対応した光パラメトリック増幅技術、光パラメトリック媒質を励起するための低遅延・高出力励起光生成技術、位相感応型光増幅時の安定動作のための励起光位相制御技術の研究を行う。また、課題 A、B の技術を連携し、1 Tbps 相当の光パス容量を有するマルチキャリア多値変調信号の中継伝送において、従来の EDFA を用いた中継増幅方式に比べて伝送距離延伸をはかり、周波数利用効率と伝送距離との積 (SDP: SE-Distance Product) を 2 倍以上にすることが可能な要素技術を確立する。

(2) 研究開発期間

平成 26 年度から平成 29 年度 (4 年間)

(3) 実施機関

日本電信電話株式会社<代表研究者>、古河電気工業株式会社、
国立大学法人徳島大学 (実施責任者 教授 高田篤)

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 274 百万円 (平成 26 年度 75 百万円) ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題 B-1: マルチキャリア低雑音光パラメトリック増幅技術の研究
B-1-1. PPLN 型光パラメトリック増幅技術の研究 (日本電信電話株式会社)
B-1-2. ファイバ型光パラメトリック増幅技術の研究 (古河電気工業株式会社)
B-1-3. 課題 A との統合動作 (日本電信電話株式会社)
課題 B-2: 高出力励起光生成技術の研究 (古河電気工業株式会社)
課題 B-3: 励起光位相制御技術の研究
B-3-1. 励起光位相制御光回路の構成技術の研究 (国立大学法人徳島大学)
B-3-2. 励起光位相制御光回路の実装技術の研究 (日本電信電話株式会社)

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

		(累計) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	1	1
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	1	1
	その他研究発表	12	12
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	1
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

- 課題 B-1 マルチキャリア低雑音光パラメトリック増幅技術の研究

- B-1-1. PPLN 型光パラメトリック増幅技術の研究

- 【目標】

- H26 年度はマルチキャリア多値変調信号を中継増幅でき、かつ EDFA に比べて伝送距離延伸が可能な光増幅器実現に向け、原理的に低雑音増幅が可能な位相感応型光増幅器を含めた PPLN ベースの光パラメトリック増幅器の構成を検討するとともに、その特性把握に必要な低雑音増幅技術検証系を構築する。

- 【実施内容および成果】

- PPLN ベースの光パラメトリック増幅器の構成を検討し、インタフェース仕様を整理するとともに、安定に偏波無依存での光パラメトリック増幅動作が可能な構成を考案し、世界で初めて位相感応型光パラメトリック増幅器による偏波多重 QPSK 信号の増幅に成功した。また安定に増幅を行うための偏波無依存型低損失 PPLN モジュール実現に向けた課題を抽出するため、偏波依存型の PPLN モジュール試作を行った。中間目標である PPLN 型光パラメトリック増幅器の目標特性の実証に必要な低雑音増幅技術検証系の構築を行い、次年度以降の研究推進のための基盤を築いた。

- B-1-2. ファイバ型光パラメトリック増幅技術の研究

- 【目標】

- H26 年度は、位相感応型光増幅器に展開できる構成で、ネット利得 15 dB 以上、帯域 10 nm 以上となる増幅特性を持つ、偏波無依存ファイバ光パラメトリック増幅器 (FOPA) を実現する見通しを得る。入力段の損失削減や励起光の低雑音化により、FOPA の低雑音化を追求する。偏波無依存 FOPA の特性を基に、インタフェース仕様を策定する。

- 【実施内容および成果】

- FOPA の基本構成を確立。偏波保持型の高非線形ファイバ、その他の部品の基礎評価を完了。各種部品間の接続損失の低減を図り低雑音な偏波無依存型 FOPA 実現の見通しを得た。

- B-1-3. 課題 A との統合動作

- H28 年度から実施する。

- 課題 B-2 高出力励起光生成技術の研究

- 【目標】

- H26 年度は、ワット級出力の短尺 EDFA を実現するための基本部材である EDF の特性を、古河グループの製品と開発品とグループ外の市販品の範囲で調査する。

3年後の統合実験時に、パワー、長さ、NF や効率など最適な EDF を選択できるように、各種 EDF の増幅特性を網羅的に測定する。

【実施内容および成果】

短尺 EDF を用いたワット級出力増幅器を実現。出力を変化させたときの雑音特性を評価し、任意のパラメトリック増幅に最適な条件を選択できる状態とした。

• 課題 B-3 励起光位相制御技術の研究

B-3-1. 励起光位相制御光回路の構成技術の研究

【目標】

H26 年度は、位相感応型光パラメトリック増幅部の構成に対応した励起光位相制御部の基本回路構成を提案し、光パラメトリック増幅部（課題 B-1）、励起光源部（課題 B-2）、とのインターフェース仕様を策定する。

【実施内容および成果】

位相感応型光パラメトリック増幅部として高非線形光ファイバを用いたものと PPLN を用いた増幅部のそれぞれに対応した励起光位相制御部の基本回路構成を検討し、パイロット光トーン方式及び搬送波抽出同期方式による回路構成を複数種類考案した。インターフェース項目を整理し、入力信号光キャリア間位相差についての要求条件を示した。搬送波抽出同期方式による励起光位相制御回路については、実験によりその動作原理を実証するとともに、より広い入力信号光周波数配置に対応可能な位相制御光回路構成法についても提案・原理実証した。

B-3-2. 励起光位相制御光回路の実装技術の研究

H28 年度から実施する。