

平成 28 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 175A01

課 題 名 : 光周波数・位相制御光中継伝送技術の研究開発

個別課題名 : 課題 A 高精度光周波数・位相同期制御技術

副 題 : 周波数利用効率の向上・高速リストラクションを揃って可能とする
高コヒーレンシ光源技術

(1) 研究開発の目的

本研究開発課題では、Nyquist Filtering を用いたマルチキャリア光パスネットワークにおいてネットワーク機能性を高めつつスケラビリティ（パス容量、伝送距離）を向上させるために、周波数利用効率の向上、高速リストラクションを揃って可能とする高精度光周波数・位相同期制御技術の研究開発を行う。具体的にはキャリア間干渉を低減し稠密なサブキャリア配列を実現する高精度光周波数安定化制御方式、高次変調方式に適用可能なスペクトル線幅狭窄方式、経路切り替え時のサービス復旧時間を短縮する高速光周波数スイッチング制御方式の開発を行う。

これらの光学的な技術革新によりデジタルコヒーレント技術のもつ潜在能力を更に引き出し、光パス容量をテラビット級へ拡大することを目的とする。

(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

三菱電機株式会社<代表研究者>

国立大学法人大分大学（実施責任者 助教 水鳥明）

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 183 百万円（平成 28 年度 45 百万円）

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

課題 A-1 : 高精度光周波数制御技術の研究開発（三菱電機株式会社）

課題 A-2 : 位相同期制御技術の研究開発（国立大学法人大分大学）

(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	4	1
	外国出願	3	2
外部発表	研究論文	1	1
	その他研究発表	35	11
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	5	2
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

〔課題A-1〕 高精度光周波数制御技術の研究開発

・高精度光周波数安定化制御方式

平成 27 年度までに開発した、高精度光周波数安定化制御、スペクトル線幅狭窄制御、高速周波数スイッチング制御の3つの制御を1つのハードウェアで実現する光源装置のプロトタイプを作製した。光源装置は、DFB-LD と LD 電流源回路、LD 温度を調整する TEC 回路、波長モニタ回路、光源全体の動作を制御するマイコンと設定波長チャンネル毎の LD 動作パラメータを格納しておくメモリ等によって構成した。

光源から光を取り出し通信等に使用する際には波長モニタ回路で検出される光周波数誤差信号を LD 電流にフィードバックすることで光周波数安定化制御とスペクトル線幅狭窄制御を行った。波長切換要求があった場合には、光周波数安定化制御とスペクトル線幅狭窄制御を一旦停止し、メモリに事前に格納しておいた波長切換先の LD 動作パラメータに駆動条件を変更後、再度光周波数安定化制御とスペクトル線幅狭窄制御を行う事で波長切換動作を実現した。

作製した光源装置のプロトタイプを用い、波長安定度 100MHz 以下、スペクトル線幅 100kHz 以下、波長切換速度 100ms 以下を確認し、光周波数制御の三位一体動作を確認した。

・光源装置と Digital OPLL との連携動作実験

試作した光源装置のプロトタイプと Digital OPLL ボードを組み合わせた状態で波長切換実験を行った。実験は基準光 λ_1 にロックしている状態から、光源装置のマイコンの出力する Digital OPLL の動作要求を一旦切り波長ロックを解除、光源装置として λ_2 で LD が発光する動作パラメータに駆動条件を変更、光源装置のマイコンが再度 Digital OPLL の動作要求発出、Digital OPLL が λ_2 にロックする、という波長切換に必要な一連の動作を行った。実験の結果 76ms での波長切換を確認し、目標である波長切換速度 100ms 以下を達成した。

〔課題A-2〕 位相同期制御技術の研究開発

・周波数自動引込実験

平成 27 年度までに光源モジュールとのインタフェース仕様を基に試作した OPLL 用 FPGA ボードによる周波数引込の実験を実施した結果、目標である離調範囲 $\pm 100\text{MHz}$ 範囲からのヘテロダイン自動周波数引込に成功した。引込時間は 7.5ms、引込帯域は 3MHz、引込後の位相雑音 2.2degree を達成した。

・位相変調された光信号の周波数引込実験

QPSK 変調された光信号を離調範囲 $\pm 50\text{MHz}$ からホモダイン検波による周波数の自動引込に成功した。引込時間は、 -50MHz からの引込で 3ms、 $+50\text{MHz}$ からの引込で 15ms を確認した。また、16QAM 信号においても特定シンボル抽出によるホモダイン検波に成功した。

以上