

## 1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆課題名 : Tバンド、Oバンドによる大波長空間利用技術の開発
- ◆副題 : 新規波長帯を開拓する基本コンポーネントの開発及び高度化
- ◆実施機関 : 学校法人慶應義塾、パイオニア・マイクロ・テクノロジー株式会社、光伸光学工業株式会社、株式会社オプトクエスト
- ◆研究開発期間 : 平成25年度から平成29年度 (5年間)
- ◆研究開発予算 : 総額577百万円 (平成28年度108百万円)

## 2. 研究開発の目標

広帯域半導体ゲインチップの開発、広帯域・高精度波長可変光源の開発、T及びOバンド用アレイ導波路回折格子の開発、大波長空間を用いた波長ルーティングシステムの開発により、Tバンド及びOバンドの70THzに及ぶ波長空間を利用した情報通信ネットワークを実現する。

## 3. 研究開発の成果

**再現性**  
連続駆動での動作変動なし

**広帯域化**  
1.1 $\mu$ m帯: 90nm

**高出力化**  
110mW (500mA注入時)

動作温度特性: 95°Cで安定動作

**研究開発目標**

偏波ダイバーシティ構成SOA

**研究開発目標**

光スイッチ集積可変波長光源

波長切替時間: 3ms以下  
複数波長同時発振可能

**研究開発目標**

アレイ導波路回折格子低クロストーク設計

クロストーク: -30dB以下

**研究開発目標**

広帯域半導体ゲインチップ

T及びOバンド用アレイ導波路回折格子

大波長空間を用いた波長ルーティングシステム

**①広帯域半導体ゲインチップの開発**

**③T及びOバンド用アレイ導波路回折格子の開発**

**②広帯域、高精度波長可変光源の開発**

波長切替時間: 200ms以下, 分解能: 1pm

**④大波長空間を用いた波長ルーティングシステムの開発**

波長切替時間: 300ms以下

高画質映像データ伝送

#### 4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	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 報道	展示会	標準化提案
Tバンド、Oバンドによる大波 長空間利用技術の開発	5 ( 1 )	0 ( 0 )	3 ( 1 )	66 ( 16 )	1 ( 0 )	12 ( 4 )	0 ( 0 )

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

#### 5. 今後の研究開発計画

##### ①広帯域半導体ゲインチップの開発

###### ・再現性の高い量子ドット作製技術

結晶成長工程及びLD作製工程における、管理すべき工程パラメータ、デバイス構造パラメータの継続した評価を行い、その再現性を確認する。また、前年までに得られた連続駆動試験での変動因子を、波長帯域別・構造別に連続駆動試験を実施する事により、変動因子とそのデバイス構造要素との因果関係抽出を検討する。5000時間相当の連続駆動の確認を行う。

###### ・広帯域ゲインチップ作製技術

前年までに得られた1050nm～1220nm帯域を基本的に2チップで実現できる手法を応用し、1200nm～1300nm帯域における広帯域ゲインチップの開発を進める。加えて、1050nm～1300nmでさらなる広帯域を示す作製手法を検討する。波長帯域別・構造別のSOAの特性を確認し、広帯域特性の優れた構造の検討を進める。波長ルーティングシステムで用いる可変波長光源用ゲインチップ及びSOAデバイスの供給を、全体日程に合わせて実施する。

###### ・ゲインチップ高出力化技術

前年までに得られた100mWを超える出力特性をさらに向上、効率化する作製手法の検討を進める。加えて、高出力時の安定性向上手法の検討を行う。量子ドットデバイスの諸特性と温度特性との関連を確認し、波長帯域別・構造別の因子の抽出を検討する。ビームアスペクト比は、構造因子と安定性を確認し、構造的な方向性を得る。偏波特性は、作製するデバイス特性を継続評価し、波長帯域別・構造別の差異の確認を実施し、偏波無依存に向けた方策を検討する。

###### ・量子ドット光増幅器モジュール構成技術

Tバンド及びOバンドにおける量子ドット光増幅器チップを用いて、光ファイバと光結合させた電流注入型半導体光増幅器モジュールの小型化、低損失化を平成28年度に実施した。その結果を基に、波長ルーティングシステムに搭載する電流注入型半導体光増幅器モジュールの作製、評価を行う。また、平成28年度の偏波依存性を改善する光学構造についての実験結果及び光学シミュレーション結果を基に偏波依存性ゲインが1dB以下となるモジュール化を行う。

##### ②広帯域、高精度波長可変光源の開発

###### ・広帯域波長可変光源構成技術

量子ドットゲインチップを搭載し、600mA以上の最大駆動電流が可能で、かつ、500kHz以下の狭線幅特性と波長可変特性を持つ光源を開発する。1モジュールあたりの動作波長帯域40nm以上、複数モジュールを集積したベンチトップ型光源の動作帯域1050～1300nm、波長切り替え時間200msを実現する。

###### ・高出力波長可変光源構成技術

波長ルーティングで使用する複数段の光学素子での損失を想定し、1050～1300nmの帯域で3mW以上の光出力に設定する。

### ③T及びOバンド用アレイ導波路回折格子の開発

#### ・信号切り替え用狭帯域アレイ導波路回折格子構成技術

波長間隔0.2nm(周波数間隔32GHz(波長1360nm)～周波数間隔60GHz(波長1000nm))、チャンネル数47、損失5dB以下、クロストークー30dB以下のアレイ導波路回折格子を実現する。

#### ・サブバンド切り替え用アレイ導波路回折格子構成技術

研究開発項目3-1の狭帯域アレイ導波路回折格子と組み合わせて、多段接続による1081chルータを構成するために、波長間隔15.6nm(周波数間隔2.8THz(波長1360nm)～周波数間隔4.6THz(波長1000nm))、チャンネル数23、損失5dB以下、クロストークー30dB以下で波長1000～1360nmをカバーするアレイ導波路回折格子を実現する。また、研究開発項目1及び研究開発項目2の研究成果を活用し、1081chルータの損失を補償するための偏波無依存量子ドット光増幅器モジュール用偏波ダイバーシティ回路を試作する。利得の偏波依存性を1 dB以下とする。周波数利用効率を高めるためのインターリーバの設計方法を確立する。さらに、高機能で冗長性のあるルーティングシステム構築のために、アレイ導波路回折格子の前後に分岐制御回路、スライドスイッチなどを付加した構成についての検討も実施する。

### ④大波長空間を用いた波長ルーティングシステムの開発

#### ・波長ルーティングシステム構成と運用技術

研究開発項目1から3で開発するゲインチップ、波長可変光源、アレイ導波路回折格子を利用したTバンド及びOバンドにおける波長ルーティングシステムを研究開発項目4-2と協力して構築し、1081chルータのルーティング動作検証を行うとともに、将来的に実現可能な省エネルギーでスケラブルなネットワークアーキテクチャや通信サービスを明らかにする。

#### ・波長ルーティングデモシステムの構築

研究開発項目1から4により開発及び設計されたデバイス、システム構成を用いて、計5台の波長可変光源と、量子ドット光増幅器モジュール、アレイ導波路回折格子を用いたTバンド及びOバンドにおける波長ルーティング及び高画質映像データ伝送系のデモシステムを構築し、波長切り替えによる波長ルーティングを行い高画質な映像伝送を実現する。5台の波長可変光源を用いた波長切り替えルーティング時間の目標仕様を300ms以下、伝送する映像データの目標仕様を4K解像度とする。