

平成25年度「Tバンド、Oバンドによる大波長空間利用技術の開発」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・研究開発費

- ◆実施機関 学校法人慶應義塾(代表研究者)、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25年度 130百万円)

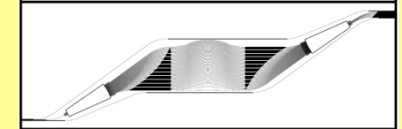
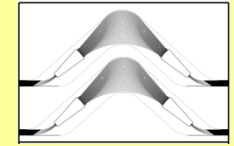
2. 研究開発の目標

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。

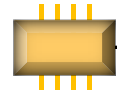
3. 研究開発の成果

- ・量子ドットの成長における作製条件とウエハ内PL特性及びAFM評価を実施し、作製条件と目標値との相関性の評価を開始した。加えて、連続駆動試験環境の準備を行い、試行的な評価を開始した。
- ・50nmの帯域幅を確保する方策を見出すため、特に1050~1200nmの帯域における形成条件を変更したゲインチップの作製を行い、その発光特性の評価を開始した。帯域評価の検証方法など新たな課題に対応する検討も開始した。
- ・30mWの出力を得るための方策を見出すため、作製したゲインチップの作製条件と出力特性、ビームアスペクト特性の評価を開始した。また、シミュレーションによるLD構造の検討を行い、目標仕様に対応した方向性を得た。
- ・TOバンド量子ドット光増幅器モジュールを実現するため、Cバンド帯の量子ドット光増幅器モジュールについて、TAPカプラー内蔵型SOAモジュールとして設計を完了した。

- ・波長1050~1300nmに渡って広帯域に動作する光回路を構築するための導波路パラメータ(比屈折率差、コア形状)を検討した結果、比屈折率差1.0%、コア幅及びコア高さ3.5-4.5 μ mが最適であることが分かった。
- ・Si基板上と石英基板上にテスト回路を試作して偏波依存性を測定し、比較検討した結果、Si基板上に光回路を構成する方が偏波依存性を少なく出来ることが分かった。超広帯域(チャネル間隔6.4THz、チャネル数10)のアレイ導波路回折格子の設計、試作を行った。

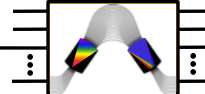


①広帯域半導体ゲインチップの開発



広帯域、高精度波長可変光源
広帯域半導体ゲインチップ

研究開発目標



T及びOバンド用アレイ導波路回折格子

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

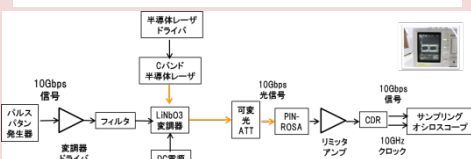
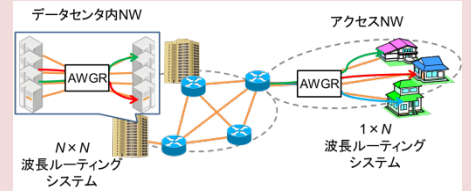
- ・1.1 μ m帯の光源を試作するため、光源を構成する1.1 μ m帯の光学素子を作成し、波長可変光源の試作を行った。また、評価を行う1.05 μ m~1.3 μ mの測定系を構築し試作した光源が1.1 μ m帯で40nm以上の波長可変が可能なることを確認した。
- ・光源を高出力化するため外部共振器を構成するミラーコートした反射率を変更する実験を実施した結果、反射率を低くすれば高出力化は図れるが波長可変範囲の変化など他の光学特性への影響が発生する知見を得た。



大波長空間を用いた波長ルーティングシステム

- ・波長ルーティングシステムの適用範囲としてアクセスネットワークおよびデータセンタ内ネットワークを想定し、マルチキャスト機能および省電力機能を実現するためのシステム構成を具体化した。
- ・波長ルーティングシステム構築のため、Cバンドにおける10Gbps光伝送原理試作を構築し、良好なアイパターンを確認した。次年度のTOバンドにおける光伝送系構築の見通しを得た。

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



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
Tバンド、Oバンドによる大波長空間利用技術の開発	1 (1)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

5. 研究成果発表等について

初年度であるため、本年度の研究成果発表は国内での発表に留まっているが、次年度以降は、論文発表、国際会議発表、展示会など広範囲に向けて研究成果を発信する予定である。

6. 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

生産設備や特殊なデバイス構造によらない冗長性の高いデバイス作製方法を提案する。作製素子の作製工程パラメータ及びデバイス形成時の作製再現性を高める。PL中心波長のウエハ面内再現性を±10nm以内とする。歩留まりを90%以上、既存製品と同一生産水準を前提としてコストを既存製品と同等以下とする。また、ゲインチップ導波路線幅のウエハ内再現性の目標を±0.15μm以内とする。さらに、5000時間以上の連続駆動を可能とするための検討を行う。

・広帯域ゲインチップ作製技術

250nmの帯域を3素子のゲインチップで構成するための基本技術の開発を行う。具体的には、帯域幅100nmのゲインチップを実現し、波長帯(1050～1300nm)をカバーする。さらにチャレンジ目標として、250nmの帯域を2素子のゲインチップで構成するための基礎技術である、帯域幅140nmのゲインチップの検討を進める。

・ゲインチップ高出力化技術

端面出射LD(Laser Diode)構造において、60mWの出力が得られるLD構造を開発する。さらに、チャレンジ目標として、80mWの出力が得られるゲインチップの基礎技術の検討を行う。また、高出力を維持した状態で、ビームアスペクト比を改善することを検討する。

・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を用いた電流注入型半導体増幅器モジュールにおいて、光ファイバへの結合(入出力部)損失を6dB以下にすることを目標とする。モジュールの構成、設計方法を確立し、試作および動作実証を行う。また、Cバンドの量子ドット半導体増幅器においては、市場での品質を確保するモジュール構成を明確にし、試作および動作実証を行う。

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以上の光出力を実現する。

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

周波数間隔200GHz(波長間隔1.13nm(波長1300nm)～波長間隔0.74nm(波長1050nm))、チャンネル数32、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。さらに、50GHzグリッドに向けて、周波数間隔50GHz(波長間隔0.28nm(波長1300nm)～波長間隔0.18nm(波長1050nm))、チャンネル数64のアレイ導波路回折格子の設計方法を確立し、試作実証する。

・サブバンド切り替え用アレイ導波路回折格子構成技術

周波数間隔6.4THz(波長間隔37.1nm(波長1300nm)～波長間隔24.1nm(波長1050nm))、チャンネル数10、損失5dB以下、クロストークー30dB以下で波長1050～1300nmをカバーするアレイ導波路回折格子を実現する。また、50GHzグリッドで1000chの構成を目指し、前記信号切り替え用狭帯域アレイ導波路回折格子と組み合わせて1024chの波長ルーティングシステムを構成するために、チャンネル間隔3.2THz(信号切り替え用の50GHz×64chに対応)、チャンネル数16のサブバンド切り替え用アレイ導波路回折格子の設計、試作も実施する。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

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の構成について検討するとともに、将来的に実現可能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。特に、データセンタ・大規模ビル空間における光インターコネクトやWDMアクセスネットワーク等の比較的近距離での超大容量通信を想定する。また、検討した波長ルーティングシステムの動作原理の検証を行う。

・波長ルーティングデモシステムの構築

Tバンド及びOバンド中、各サブバンドに各1台の波長可変光源を割り当て計5台の波長可変光源、アレイ導波路回折格子を用いた波長ルーティング及び高画質映像データ伝送系(オンオフキーイングによる10Gbps)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。本システム構築に伴い、波長切り替えによるルーティングを300ms以下で実現するコネクション設定プロトコルとシーケンスを確立する。また、光増幅器モジュールを用いて、基本構成の2倍以上へのユーザ数のアップグレードをできる構成を目標とする。