

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名: 短距離超高速光ファイバリンクのための超高速並列レーザ光源技術の研究開発
- ◆副題: 短距離超高速光ファイバリンクのための超高速面発光レーザアレイの研究開発
- ◆受託者: 国立大学法人東京科学大学、富士フイルムビジネスイノベーション株式会社
- ◆研究開発期間: 令和6年度～令和7年度(2年間)
- ◆研究開発予算(契約額): 令和6年度から令和7年度までの総額200百万円(令和7年度100百万円)

2. 研究開発の目標

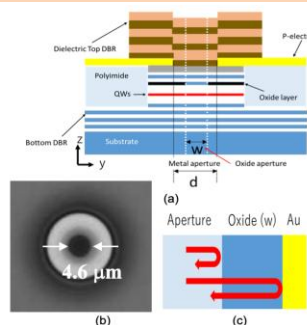
従来の半導体レーザの直接変調帯域の速度限界を打破する新規構成法を探索し、チャンネル(1素子)当たり200 Gbps以上の高速化を実現するとともに、高密度集積(並列化)を可能とするレーザ特性の高均一・高品質化を行い、アレイ集積による10 Tbps級超並列・高速面発光レーザ実現の基盤を確立することを目的とする。

3. 研究開発の成果

研究開発目標

研究開発成果

研究開発項目1: 超高速レーザ光源の研究開発



結合共振器構造により
 ・帯域50GHz以上、200 Gbps以上の高速化
 ・単一発振モード制御
 ・SMFとのレンズレス高効率光結合機構の自主研究と連携して
 ・変調速度200 Gbps以上、距離2 km以上の単一モード光ファイバ伝送の検証
 ・トランシーバメカとの連携により、その有効性検証

結合共振器面発光レーザ

研究開発成果: 世界最高性能の超高速1060nm面発光レーザ実現

進化するAIデータセンタでは、超高速・低消費電力レーザ光源が不可欠。

- 本研究開発では、結合共振器面発光レーザ構造により、**世界最速の変調帯域62.5GHz、256Gbps(PAM4)動作を実現**。
- 消費電力も**世界最高性能の50fJ/bitの低消費電力化に成功**。

研究開発成果: 上記光源による超高速単一モード光ファイバ伝送

高速化に伴い従来の短距離多モード光ファイバの伝送距離制限が課題。

- 本研究開発では、NICTの自主研究との連携により、信号処理技術を適用することにより、**従来技術の40倍以上の変調速度200 Gbps以上、距離2 km以上の単一モード光ファイバ伝送を実証**。
- 国内外トランシーバメカ等と連携し、開発した200 Gbps/ch以上、チップ消費電力100fJ/bitの超高速・低消費電力レーザ光源をトランシーバに実装し、高速性や低消費電力性能の検証。

研究開発項目2: 大規模・高均一並列レーザ光源の研究開発

6インチ面発光レーザウェハでの半導体プロセスと、高品質な活性層構造を有するウェハを設計し、大規模・高均一並列レーザ光源を実現する。



活性層構造の高品質化

研究開発成果: 大規模・高均一面発光レーザアレイの実証

大規模並列レーザ光源を実現するために、6インチウェハ開発、プロセス開発が必要。

- 本研究開発では、高品質な高歪InGaAs量子井戸を適用した6インチ面発光レーザウェハ成長、6インチウェハに合わせて開発した6インチプロセスでの試作により、大規模・高均一単一モード面発光レーザアレイを実証した。
- エネルギー消費効率93fJ/bitという低消費電力動作を実証した。

研究開発成果: 面発光レーザアレイの光ファイバ結合実証

実用化に向けては、大規模並列レーザ光源と光ファイバアレイの結合技術が重要となる。

- 本研究開発では、情報通信研究機構の有する単一モード光ファイバアレイとの低損失結合技術を用いて、32ch単一モード面発光レーザアレイと単一モード光ファイバアレイの光結合を実証し、テラビット級動作の実現可能性を示した。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
3 (3)	0 (0)	2 (2)	19 (16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (2)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

研究成果

- ・世界最高性能(帯域:62.5GHz,変調速度256Gbps/ch,<50fJ/bit)の1060nm帯直接変調面発光レーザアレイ実現
- ・6インチウェハ生産ライン構築と32ch高均一・高密度面発光レーザアレイ(伝送密度:10Tbps/cm2)実現
- ・シリコンフォトニクスを凌駕する低消費電力性能の可能性検証(CPO: 4.5pJ/bit)
- ・既存のVCSEL短距離光リンクを大幅に超える>2km伝送距離(従来技術の40倍の伝送速度・距離積)実現

研究成果の発信

- ・OFC, ECOC, OECC, CLEO, IEEE ISLCなど、当該分野の主要国際会議で最新成果を発表(研究期間内で20件)。
- ・基調講演・Keynote講演・招待講演で研究成果を発信(委託研究期間内で12件、2026年度も6件を予定)。

社会実装に向けた取組

- ・AIの加速で高速・高密度光トランシーバ市場拡大予測。
- ・DFB-LD・EMLが主流のデータセンタ・アクセス網市場の中距離用途(100m～2km)において、当該技術は消費電力・並列性・小型化の点で優位。
- ・直接変調VCSELで200Gbps/ch, >100m実証の報告例は無い。世界に先駆けて実現することで業界をリード。
- ・国内外トランシーバメーカーとの連携による社会実装。

標準化等

- ・1060nm VCSELは、1060nm VCSELのIEEE802.3標準化委員会(2025年9月)での提案が行われるなどの波及効果をもたらした。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

研究開発段階に応じて学会発表や展示会を通じて、広く世間に技術力を周知する活動を行う。研究成果を市場に導入するためには、市場で使用する光トランシーバまたは光トランシーバを模擬した性能評価データを取得し、顧客候補となるメーカーへのアピールが重要となる。レーザドライバメーカー、実装メーカーとの協業も視野に入れて獲得した技術をアピールする。光トランシーバメーカーや機器メーカーとも連携することで、駆動ボードやトランシーバ試作品での評価、商品化に向けたロバスト性評価など、より実用的な形態・環境での評価が期待できる。面発光レーザチップを光トランシーバメーカーやSler・機器メーカーにサンプル提供し評価いただくことで、市場認知度を高め産業応用に展開していく。今後、新たにCo-Packaged Optics(CPO)モジュールが多く使用され始めることも想定される。面発光レーザの特徴でもある2次元アレイ化技術を生かしてCPOへの展開を考慮した研究開発を継続することで、高速低消費電力光通信技術にも貢献できる。