

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：次世代MCM 超小型光トランシーバの研究開発
- ◆副題：マルチコアファイバとVCSELアレイを用いた次世代MCM超小型光トランシーバの研究開発
- ◆実施機関：東京工業大学、富士通オプティカルコンポーネッツ(株)、富士ゼロックス(株)
- ◆研究開発期間：2019(令和元)年度から2020(令和二)年度(2年間)
- ◆研究開発予算：120百万円(令和元年度 60百万円)

2. 研究開発の目標

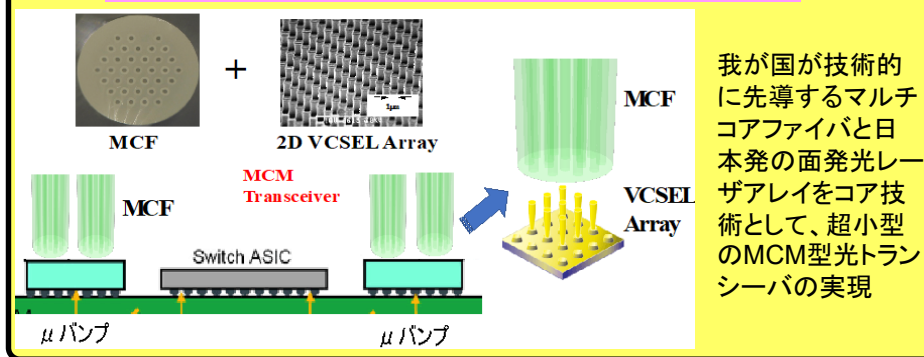
・マルチコアファイバと面発光レーザアレイをコア技術として、400Gbps級大容量伝送・小型実装を可能にする、これまでにない新たなMCM(Multi-Chip-Module)型光トランシーバの基盤技術の研究開発を行う。

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: マルチコアファイバを用いたMCM型光トランシーバ基盤技術開拓



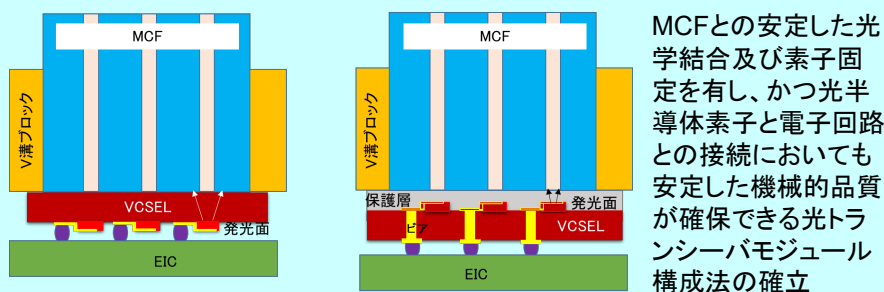
研究開発成果: MCM型光トランシーバ基盤技術開拓

- ・1060nm帯VCSELウェハの設計と良質な結晶品質の実現
- ・マルチコアファイバとの低損失(<1dB)レンズレス光結合の設計指針確立
- ・VCSELのモードフィールド径を $8\mu\text{m}$ 程度まで拡大し、モードフィールド径 $6\mu\text{m}$ の単一モード光ファイバとのレンズレス直接結合で1.1dBの低損失結合を実現
- ・マルチコアファイバに適合する16アレイ、7アレイのVCSELアレイの試作開始

研究開発成果: MCM型光トランシーバのためのVCSELアレイ開発

- ・850nm表面出射VCSEL作製プロセス、16ch対応VCSELチップレイアウトを確立
- ・スルーピアを用いて25Gbps駆動可能な850nmフリップチップVCSEL作成プロセスを確立
- ・シミュレーションによる伝送特性の評価を行い、16chマルチコア対応VCSELの設計を完了し試作サンプルの作製を開始

研究開発項目2: MCM光トランシーバモジュール製作・動作実証



研究開発成果: MCM光トランシーバモジュールの設計・評価

- ・MCM光トランシーバの全体構造の検討とシミュレータによる熱伝導特性解明
- ・MCM光トランシーバの基本コンセプトと放熱構造を決定

研究開発成果: MCM光トランシーバモジュールの動特性評価

- ・結合共振器を導入した850nm帯VCSELの単ビット素子を試作し、小信号変調帯域で25GHzの単一モードVCSELとしては、最高レベルの小信号変調帯域を実現
- ・大信号変調でNRZ 36Gbps、多値変調PAM-4 48Gbpsを実現
- ・ $1.1\mu\text{m}$ 帯の単一モード光ファイバの伝送帯域として、 $130\text{Gbps}\sqrt{\text{km}}$ の高速伝送の可能性を提示

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	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- (1) 産学官連携のための運営会議を開催
NICTのプロジェクトマネージャーを含め関連プロジェクト関係者が一同に会し、最新の研究成果を紹介するとともに、内外の動向分析と戦略立案を議論。特に、成果紹介は守秘義務対象とし、学会ではできない徹底した議論を推進。
- (2) 研究成果の積極的な情報発信
招待講演3件など、研究成果を積極的に国内外に発信。
大学における令和元年の研究成果をまとめた研究論文3報を国際誌に1ヶ月以内投稿予定。
- (3) 特許出願
面発光レーザの単一モード動作とモードフィールド径を拡大するための新しい素子構造に関する特許、およびアイソレータ・レンズフリーのモジュール構成に関する特許をそれぞれ2ヶ月以内に出願予定。加えて、企業側では、面発光レーザアレイの構造、プロセスに関する特許、およびモジュール実装に関する特許出願を準備中。

5. 今後の研究開発計画

- ・高歪GaInAs量子井戸を用いた1060nm帯VCSELの25Gbps高速変調動作とそのMCM実装に適合した16チャンネルアレイチップ開発、およびMCMとの低損失直接光結合の実証。
- ・動作波長を1060nmまで長波長化することで、GaAs基板が透明となるため、裏面出射が可能になり、ワイヤボンディングを使わずに、マイクロバンプでインターポーザに直接実装の検証。
- ・MCFのコア位置に整合した結合共振器構造による16chの単一モードVCSELアレイの実現と25Gbps高速変調の実証。
- ・令和元年に開発した貫通電極プロセスを用いて、25Gbps駆動可能な、表面出射型850nm16chVCSELアレイを富士通オプティカルコンポーネンツ様に提供し、マルチコアファイバおよび実装基盤への実装方法の検討を行う。本構成では上面及び下面からの電極通電ができるため、インターポーザヘフリップチップ実装しなくとも、マルチコアファイバと組み合わせた伝送評価が可能である。
- ・3社合意のもと、マルチコアファイバを用いたVCSELモジュールの実現に向けて、最適なVCSELアレイの基本仕様を決定し、選択した波長領域における25Gbps-16chVCSELアレイの最適化設計ならびに試作を実現する。令和元年に技術開発した二重配線構造を適用する。
- ・MCM光トランシーバ課題であるMCFと光半導体素子との安定した光結合に向け、光結合の設計および製造手法の検討い、VCSEL/PD/MCFを一体化した簡易光トランシーバを試作し、動作検証を行う。
- ・Tx/Rx それぞれ数chにおいてVCSEL～MCFおよびPIN PD～MCFの安定した光結合を示し、最終的な全チャンネルでの光結合を可能とする基盤技術を開発する。
- ・製作したVCSELアレイをMCFに直接に光結合させ、back-to-backでの伝送特性評価を行う。個別チャンネル独立駆動で、25Gbps、アイソレータ無しでのアイパターン評価を行い、25Gbps×16ch=400Gbpsの実現可能性を実証する。また、1060nm帯の特性を活かして、リンク距離のkmオーダーへの拡張についても可能性を検証する。