（革新）様式 1-4-2 (2022-1)

令和４年度研究開発成果概要書

採 択 番 号　　03301
研究開発課題名　マルチチャネル自動接続を実現する赤外自己形成光接続の研究開発

（1）研究開発の目的

B5G での超高速データ伝送において、マルチコアファイバやシリコンフォトニクスなどのマルチチャネル部材の使用が想定されているが、接続実装に関する時間・コスト・消費電力の負担が増大する。本研究開発では、「赤外自己形成光接続技術」を用いて、マルチチャンネル光ファイバ・光導波路コア間を一括自動接続できる技術を開発実証し、B5G の具備する機能に貢献する。

（2）研究開発期間

令和３年度から令和５年度（3 年間）

（3）受託者

国立大学法人宇都宮大学＜代表研究者＞
Ｏｒｂｒａｙ株式会社

（4）研究開発予算（契約額）

令和３年度から令和４年度までの総額 71 百万円（令和４年度 56 百万円）
※百万円未満切り上げ

（5）研究開発項目と担当

研究開発項目１　マルチチャネル光部材間を自動接続できる自己形成光接続材料の開発
1-a）高感度赤外自己形成導波路材料開発（宇都宮大学）
1-b）クラッド材料開発およびシングルモード条件確立（宇都宮大学、Ｏｒｂｒａｙ）

研究開発項目２　マルチコアファイバ間の自動接続
2-a）マルチコアファイバ間接続技術調査（Ｏｒｂｒａｙ）
2-b）４コアファイバ間自動接続（Ｏｒｂｒａｙ、宇都宮大学）
2-c）７コアファイバ間自動接続（Ｏｒｂｒａｙ、宇都宮大学）

研究開発項目３　マルチチャネルシリコン導波路（含電気光学ポリマ変調器）と光ファイバの自動接続
3-a）マルチチャネルシリコン導波路設計・製作（宇都宮大学）
3-b）マルチチャネルシリコンーシングルモードファイバ間自動接続（宇都宮大学、Ｏｒｂｒａｙ）
3-c）電気光学ポリマ変調器ーシングルモードファイバ間自動接続（宇都宮大学、Ｏｒｂｒａｙ）

研究開発項目４　マルチチャネルシリコン導波路（ファンイン/ファンアウト構造）とマルチコアファイバ間の自動接続
4-a）回折格子付きシリコンーシングルモードファイバ間自動接続（宇都宮大学）
4-b）シリコンーマルチコアファイバ間自動接続用シリコン導波路設計・製作（宇都宮大学）
4-c）シリコンーマルチコアファイバ間自動接続（Ｏｒｂｒａｙ、宇都宮大学）

（6）特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	3	3
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	9	9
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	3	3
	展示会	2	2
	受賞・表彰	0	0

（7）具体的な実施内容と成果

研究開発項目１　マルチチャネル光部材間を自動接続できる自己形成光接続材料の開発

1-a）高感度赤外自己形成導波路材料開発（宇都宮大学）

いくつかの近赤外吸収色素、ボレート開始剤の組み合わせについて、波長 1.55μm、出力 10μW 以下で自己形成光導波路の作製が可能な材料組成を選定し、実際に 10 μW で導波路成長を確認した。

1-b）クラッド材料開発およびシングルモード条件確立（宇都宮大学、Ｏｒｂｒａｙ）

全固体自己形成光導波路作製に必要なクラッド材料組成物を選定し、新規クラッド硬化プロセスを開発した。一般的なシングルモード光ファイバ間のコア選択重合法による全固体自己形成光導波路の作製を実施した。全固体自己形成光導波路作製後の挿入損失は 1.0dB 以下であり、シングルモード伝搬していることが確認された。

研究開発項目２　マルチコアファイバ間の自動接続

２-a）マルチコアファイバ間接続技術調査（Ｏｒｂｒａｙ）

各種関連学会に出席し、マルチコア光ファイバ間の接続技術の技術動向調査を実施した。マルチコア光ファイバの接続は、従来の光ファイバと同様にコネクタや融着による接続技術開発が行われていた。融着技術では、挿入損失 0.5dB 以下の報告もされており、本研究での目標とする接続特性の参考になった。

２-b）４コアファイバ間自動接続（Ｏｒｂｒａｙ、宇都宮大学）

市場にて調達可能な４心マルチコア光ファイバにおいて、近赤外光自己形成光導波路技術による接続評価を実施し、実験系の問題を抽出し専用治具を作製した。作製した治具を使用して、４心マルチコア光ファイバから、波長 1.31μm 光の出射による自己形成光導波路の４コアの一括形成を行い、コア・クラッド形成タクトタイム５分以内、光学特性として挿入損失 0.3dB 以下、各チャネル間のクロストーク 56.4dB 以下を実現した。

２-c）７コアファイバ間自動接続（Ｏｒｂｒａｙ、宇都宮大学）

市場にて調達可能な７心マルチコア光ファイバにおいて、自己形成光導波路作製プロセスの条件検討を行い、コアを形成するための波長 1.31μm 光を隣接するコアから同時照射しないように、複数回に分けて自己形成光導波路コアの作製実験を行い、７心マルチコア光ファイバ間の自己形成導光波路接続に成功した。

研究開発項目３　マルチチャネルシリコン導波路（含電気光学ポリマ変調器）と光ファイバの自動接続

3-a）マルチチャネルシリコン導波路設計・製作（宇都宮大学）

シングルモードリボンファイバと低損失一括接続可能なシリコン導波路の端面に関する設計を行ない、４チャネルシリコンチップを製作した。

3-b）マルチチャネルシリコンーシングルモードファイバ間自動接続（宇都宮大学、Ｏｒｂｒａｙ）

赤外光硬化性樹脂を用いて４チャネルシリコン導波路とファイバ間を自己形成光接続を行なった。クラッド硬化までの所要時間は４分程度であり、目標５分以内で実現できることがわかった。

3-c）電気光学ポリマ変調器ーシングルモードファイバ間自動接続（宇都宮大学、Ｏｒｂｒａｙ）
電気光学ポリマ変調器の接続に必要な赤外光照射条件で、シリコン導波路の自己形成接続ができることが明らかとなり、次年度の自動光接続に向けた条件出しを行なった。

研究開発項目４　マルチチャネルシリコン導波路（ファンイン/ファンアウト構造）とマルチコアファイバ間の自動接続
4-a）回折格子付きシリコンーシングルモードファイバ間自動接続（宇都宮大学）
回折格子付きシリコン導波路を設計・製作し、シングルモードファイバと自己形成光接続を達成した。また、端面接続と同様のプロセスで全固体自己形成光接続を行なった。
4-b）シリコンーマルチコアファイバ間自動接続用シリコン導波路設計・製作（宇都宮大学）
４コアファイバと回折格子結合できる４チャネルシリコン導波路結合部の設計を実施し、製作のための準備を行なった。
4-c）シリコンーマルチコアファイバ間自動接続
４コアファイバからの自己形成光導波路成長の条件探索を行うとともに、次年度の自己形成光接続への光学系を構築した。

（8）今後の研究開発計画
令和４年度の調査結果・実際の接続実験の結果を基礎として、本自己形成接続技術の実証を行うとともに、光学特性評価ならびにその条件最適化を実施する。