

採 択 番 号 03301

研究開発課題名 マルチチャン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ンネル部材の使用が想定されているが、コア数が多くなるほど、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、研究者が開発した「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 5 年度までの総額 101 百万円 (令和 5 年度 30 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 マルチチャン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-a) 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接続調査 (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 マルチチャン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) マルチチャンネルシリコン導波路設計・製作 (宇都宮大学)

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

4-b) シリコン-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、Orbray)

4-c) シリコン-マルチコアファイバ間自動接続 (宇都宮大学、Orbray)

(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	0
	外国出願	3	2
外部発表等	研究論文	1	1
	その他研究発表	15	6
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	6	3
	展示会	5	3
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1：マルチチャン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) 波長 1550 nm で 10  $\mu$ W の低パワーで光重合可能な近赤外光硬化性樹脂を開発した。
- 1-b) 光硬化性クラッド樹脂を開発し、全固体自己形成光導波路を実現した。新規開発した改良選択重合方式を用いて、損失 1 dB 以下のシングルモード光伝搬自己形成光導波路を実現した。

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の接続調査を実施した。
- 2-b) 4コア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一括自動接続を実現し、損失 0.3 dB 以下、クロストーク-56.4 dB 以下を達成した。
- 2-c) 7コア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自動接続を実現し、損失 0.9 dB 以下、クロストーク-60.9 dB 以下を達成した。

研究開発項目3：マルチチャン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) 端面にスポットサイズ変換器、回路内に 1x4 の分岐を有するシリコン導波路の設計・製作を行った。
- 3-b) 赤外光硬化性樹脂を用いて4チャンネルシリコン導波路とファイバ間の一括自己形成光接続を行なった。
- 3-c) プロセスを改良し、電気光学ポリマ変調器チップを用いて、ポリマの光劣化を回避しながら自己形成光接続を実証した。

研究開発項目4：マルチチャン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導波路を設計・製作し、シングルモードファイバとシリコン導波路の全固体自己形成自動光接続を達成した。
- 4-b) 4チャンネル伝送光出力均一化のため、損失要因である回折格子の結合効率、自己形成光導波路伝搬損失、シリコン導波路伝搬損失を用いて、設計・製作を行った。
- 4-c) 折格子付きシリコン導波路を用いて、4コアファイバとの自己形成一括光接続を実現した。

#### (8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

Orbray 株式会社は、自己形成導波路技術の社会実装に向けて 2022 年から継続的に展示会に技術出展を行い、市場ニーズの入手に努めている。2023 年より光ファイバメーカー各社に個別訪問を開始しており、マルチコア光ファイバ間接続やシリコンフォトニクス接続における自己形成導波路接続技術の可能性について協議している。今後も実用化に向けた開発継続と、川上・川下企業との協業や事業化準備を行っていく。

宇都宮大学は、招待講演や解説記事の依頼が多くなっており、また論文投稿も通じて近赤外光硬化性樹脂と自己形成自動光接続の発表を積極的に行う。現在のところ、この分野に新規参入を検討している企業（化学系、通信系とも）からの問い合わせが多く、赤外光硬化性樹脂がマルチコアファイバやシリコンフォトニクス等の様々な分野の自動光接続に展開できることを考慮すると、出口イメージをより明確にして一般向け広報を積極的に行う。

現在出願中の特許が登録された暁には、両者協議しながら実施許諾等も検討して事業化に適用する。

インターネットやIoTの普及に伴い、ハイエンドサーバでマルチコアファイバやシリコンフォトニクスが検討されている。例えばシリコンフォトニクス市場は、2020年からCAGR20~30%で推移しており、2020年の10億ドルから2030年には85億ドルになると推定されている（GII市場調査レポート）。また、その市場分野もデータセンタ用光トランシーバ・アクティブ光ケーブル、車載LiDAR、シリコンフォトニクス接続サービスがある。

本研究開発の赤外光通信波長光硬化性樹脂材料と高スループット多チャンネル自動接続技術を確立することにより、本技術の優位性を活かして市場獲得を目指す。そのための普及に向けた取り組みを開始すべく準備を進めている。

赤外光硬化性樹脂を用いた自己形成光接続に関しては、本グループが突出しており、現在樹脂材料の展開や自動光接続の展開を実施しており、学術面や社会実装面でも発展が期待できる。また、人材育成についても積極的に行っており、本研究に関連するテーマで博士後期課程学生を複数名指導し、学位取得後に専門的知見を活かして社会で活躍することで本分野が普及することを期待している。