

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 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
- ◆受託者 国立大学法人宇都宮大学、Orbray株式会社
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和5年度(3年間)
- ◆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)

2. 研究開発の目標

赤外自己形成光導波路材料の開発を実現し、自動光接続の実用化提案を行う。赤外自己形成光導波路技術によるマルチコア光ファイバ接続に向けた技術検証を行う。シリコン導波路とシングルモード光ファイバ間における自己形成光導波路自動接続を検証を実施する。マルチコアファイバとシリコン導波路の自動光接続を行う。

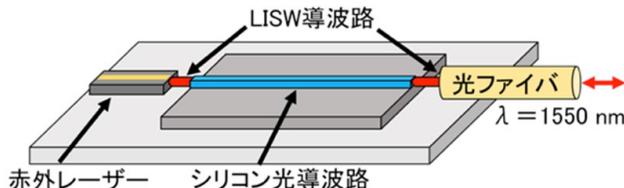
3. 研究開発の成果

研究開発目標

研究開発成果

研究開発項目1: 自己形成光導波路材料開発

シリコンフォトニクス(シリコン導波路)と光ファイバの接続に関して、様々な研究事例があるが、最適な条件が見つかっていない状況である。本研究では軸ズレトレランスに対応が容易な自己形成光接続技術をシリコンフォトニクスに最適化させるために、シリコン導波路で使用される近赤外光に対応する自己形成光導波路材料の研究開発を行う。



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

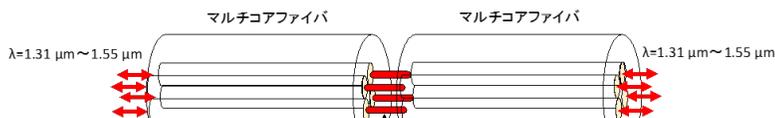
マルチチャネル細線の低損失簡易接続のための材料開発は重要である。

研究開発成果:

- いくつかの近赤外吸収色素、ポレート開始剤の組み合わせについて、波長1.55 μm、出力10 μW以下で自己形成光導波路の作製が可能な材料組成を検討し候補を見出した。
- クラッド材料開発およびシングルモード条件確立に向けた検討準備にあたり、自己形成光接続材料としてクラッドを形成する樹脂の部材購入と、自己形成光接続材料作成ならびに測定評価環境の整備を実施した。
- コア選択重合合法による**全固体自己形成光導波路の作製**を実施した。NFP計測から**シングルモード伝搬**していることが確認された。また、ポストUVIによるクラッド形成における硬化性改善と信頼性評価を行なった。

研究開発項目2: マルチコアファイバ間の自動接続

マルチコア光ファイバの基本仕様は国際標準が整備されておらず、メーカー毎に仕様の違いがみられる、本研究においてはマルチコア光ファイバの接続に自己形成光導波路技術による多心一括接続最終目標とする。



研究開発項目2: マルチコア光ファイバ間の自動接続

マルチコアファイバ間の自動接続に自己形成光接続技術を適用。

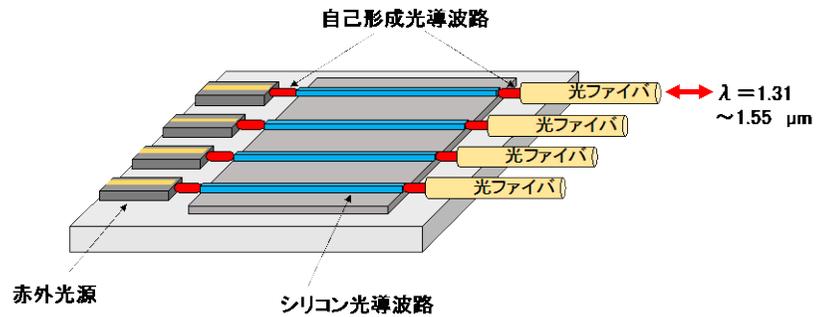
研究開発成果:

- 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、本研究での目標とする接続特性の検討を行った。
- 4心マルチコア光ファイバにおいて、自己形成光導波路技術による接続評価を実施し、**4心自己形成光導波路コアの一括形成**を低損失で実現した。
- 7心マルチコア光ファイバにおいて、自己形成光導波路技術による接続評価を実施し、**7心自己形成光導波路コアの低クロストーク光接続**を実現した。

3. 研究開発の成果 つづき

研究開発項目3: マルチチャンネルシリコン導波路と光ファイバの自動接続

マルチチャンネルシリコン導波路(電気光学ポリマ変調器を含む)と光ファイバの自動接続において、軸ズレトレランスに有効な赤外自己形成光導波路技術による自動光接続技術を開発し、実際にシリコン導波路とシングルモードファイバとの4心一括光接続を行う。



研究開発項目3: マルチチャンネルシリコン導波路と光ファイバの自動接続

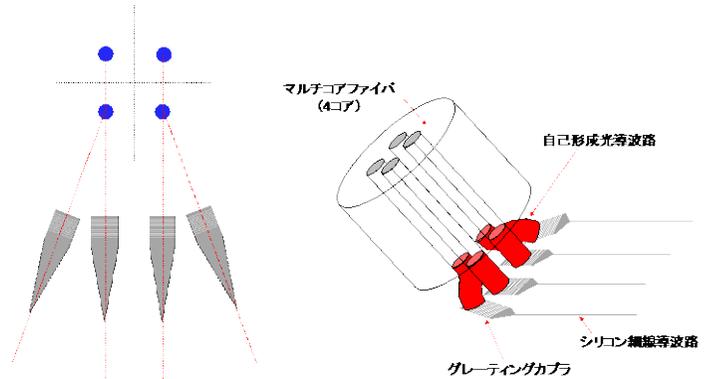
マルチチャンネルシリコン導波路に自己形成光接続技術を適用。

研究開発成果:

- リボンファイバとの4心一括接続を実現するための4チャンネルシリコン導波路の設計・製作を行った。
- 研究開発項目1で開発した全固体光硬化性樹脂を用いて、シリコン導波路とシングルモード光ファイバ間を自己形成光導波路にて接続評価を実施した。
- 4心シリコン導波路とリボンファイバを近赤外自己形成光導波路で一括自動接続を行なった。
- 九州大学を訪問し、電気光学ポリマ変調器接続に必要な条件について情報交換を行うとともに、電気光学ポリマ変調器接続の新プロセスを開発した。また、変調器チップとファイバ間の自己形成光接続を実現した。

研究開発項目4: マルチチャンネルシリコン導波路とMCF間の自動接続

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)とマルチコア光ファイバの自動接続を開発する。回折格子付きシリコン導波路と光ファイバの自己形成自動接続を行うとともに、4コアファイバと4チャンネルシリコン導波路の一括自動接続を実施する。



研究開発項目4: マルチチャンネルシリコン導波路とMCF間の自動接続

自己形成光接続技術を用いて、将来のシリコン導波路とMCFの自動接続のための基盤技術を確立する。

研究開発成果:

- 回折格子付きシリコン導波路とシングルモードファイバとの自己形成自動接続を実現した。
- 損失やコア位置を考慮して4コアファイバと回折格子結合できるシリコン導波路のレイアウトを設計・製作した。
- 実際に製作したシリコンチップを用いて、4コアファイバとの自己形成一括光接続を実現した。

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
3 (0)	3 (2)	1 (1)	15 (6)	0 (0)	6 (3)	5 (3)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- 1. 特許
 - ・R5年度別実施計画書に対して国内出願は未達であるが、R4年度別実施計画書の最終目標に対しては達成。外国出願は最終目標+2件を達成
- 2. 外部発表
 - ・招待講演等を多く実施した
- 3. 展示会
 - ・計画より多く展示を行い、内容や成果のアピールに務め、社会実装出口の掘り出しを行った
 - ・展示会等の内容を記事として紹介していただく機会があった

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

(1) 計画：Orbray株式会社は、自己形成光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カ各社に訪問を開始しており、マルチコア光ファイバ間接続における自己形成光接続技術の可能性について協議している。実用化に向けてマルチコア光ファイバ接続に向けた多チャンネル同時信頼性測定設備を2024年度に導入、2024年下期から信頼性評価を実施、2025年度以降に高信頼性材料の研究開発を進めるよう計画している。更に自己形成導波路技術の簡易評価可能なキット等を開発し2026年頃には川下企業への技術提案を検討中である。

宇都宮大学は、招待講演、論文投稿、解説を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。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。

(2) 展望：高速データ伝送分野は普及拡大しているが、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目標の市場獲得シェア40～50%を目指す。そのための普及に向けた具体的化準備を進めており、自己形成導波路材料のサンプル提供、接続サービス等の調査を実施する。マルチコアファイバの標準化に関しては、現在ITU-TやIECで検討が行われており、コネクタに関しても議論が行われていることを踏まえて、関係各方面への情報提供を続ける。

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、現在樹脂材料や自動光接続の新規展開を実施している。また、人材育成についても積極的に行っており、2024年度には本研究に関連するテーマで博士後期課程学生が5名となる予定である。

注目を集めているIOWN構想では、オール光ネットワークにおいて多くの接続ポイントでのシームレスな高速データ伝送を行う必要がある。本自動接続技術が貢献することで、国民生活もスマートワールド時代のナチュラルサイバー空間を享受して豊かになると共に、超低消費電力化による持続可能な社会も実現できる。