令和4年度研究開発成果概要図（目標・成果と今後の研究計画）

採択番号：03301

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　（大）宇都宮大学、Ｏｒｂｒａｙ（株）
◆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4年度までの総額71百万円（令和4年度56百万円）

2．研究開発の目標

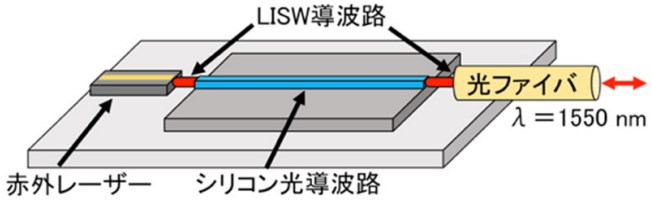
・令和4年度までに、赤外自己形成光導波路材料の開発を実現しシングルモード光ファイバ接続へ実用化提案を行う。 また、赤外自己形成光導波路技術によるマルチコア光ファイバ接続に向けた技術検証を行う。 令和４年度までに、シリコン導波路とシングルモード光ファイバ間における自己形成光導波路自動接続を検証を実施する。

3．研究開発の成果

研究開発目標

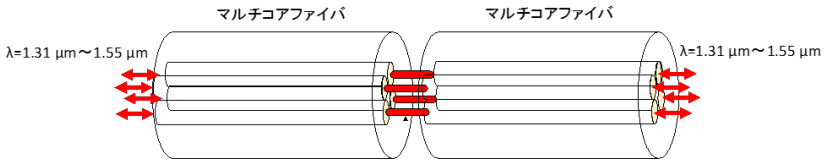
研究開発項目1：自己形成光導波路材料開発

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。
令和3年度は材料開発とシングルモード条件確立の為の測定評価を研究目標とする。



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して、令和3年度はマルチコア光ファイバ間接続技術調査を研究目的とする。



研究開発成果

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

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、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見出し、実際に10 μWで導波路成長を確認した。
●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。
●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。シングルモード光ファイバ間接続をコア選択重合法によって行い、挿入損失1.0dB以下を達成した。

研究開発成果：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。

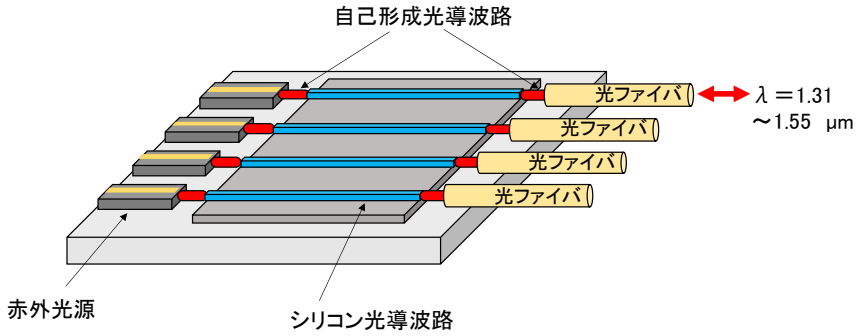
研究開発成果：

●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、波長1.31μm光によるコアー括接続を実施して、挿入損失0.3dB以下、タクトタイム5分以内を達成した。
● 7心マルチコア光ファイバから、近赤外光の出射による自己形成光導波路の作製プロセスの検討を行い、複数回に分けて自己形成導波路コアを作成する事で7心マルチコア光ファイバ間の自己形成導波路接続に成功した。

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

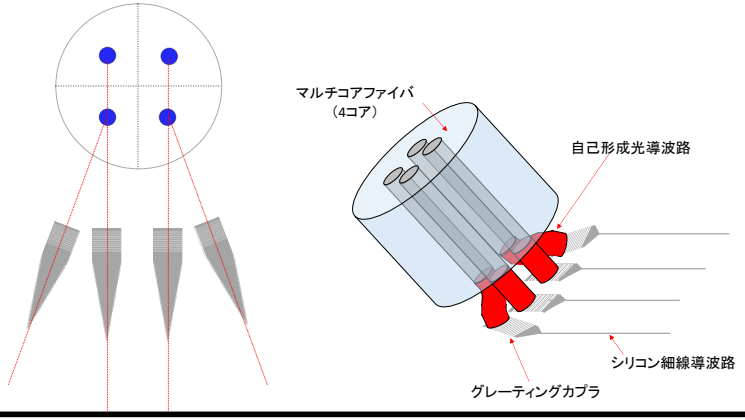
マルチチャンネルシリコン導波路(電気光学ポリマ変調器を含む)と光ファイバの自動接続において、軸ズレトレランスに有効な赤外自己形成光導波路技術による自動接続技術を開発する。
令和3年度は電気光学ポリマー導波路とシングルモード光ファイバの接続につての技術調査を実施する。



研究開発成果3：マルチチャ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：
●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。
●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。
●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とMCF間の自動接続

研究開発項目1～3の最終実施形態として、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)とマルチコア光ファイバの自動接続を開発する。
令和3年度は基礎実験用のシリコン導波路の設計を行う。



研究開発成果4：マルチチャ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た。
● 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。

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)	0 (0)	9 (9)	0 (0)	3 (3)	2 (2)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1)各研究課題に対する成果のトピックス
・研究開発項目１：赤外光で光重合が可能で、かつ1液でコアとクラッドを作製するとこができる自己形成光導波路作製材料を開発した。
・研究開発項目２：低挿入損失で4コアマルチコア光ファイバ間を4コア一括接続を達成した。

(2)特許出願
3件の特許出願を実施した。
研究開発項目2-cについては、出願した方法にて自己形成光導波路の作製を確認した。

(3)展示会出展
研究開発成果を下記2件の展示会で報告した。
・国内展示会「第22回光通信技術展(FOE2022)」
・海外展示会（米国・San Diego)「OFC2023」
どちらの展示会でも、通信や化学分野やの企業、大学から好意的な意見をいただいた。
とくに一括接続が可能という点にに対して反響があり、本テーマの優位性を感じた。

5. 今後の研究開発計画

研究開発項目2：マルチコア光ファイバ間接続について今回得られた成果の実験数が少ないことが課題である。
本技術の社会実装に向けて、正確な歩留まり、再現性に関するデータの取得を今後実施する。

チャレンジングな研究開発であったが、シーズとしての自己形成自動接続の研究成果が得られてきているので、今後は論文化や標準化検討など外部への成果発信を加速させる。