マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書
ARIM User's Report

【Release：2025.06.10】　【Update：2025.04.09】

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24TU0009
利用課題名 Title	Oバンド用シリコン光カプラ高度化技術の開発
利用した実施機関 Support Institute	東北大学 / Tohoku Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	加工・デバイスプロセス/Nanofabrication
重要技術領域 Important Technology Area	高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed
キーワード Keywords	光デバイス/ Optical Device,高周波デバイス/ High frequency device,CVD,フォトニクスデバイス/ Nanophotonics device,MEMS/NEMSデバイス/ MEMS/NEMS device

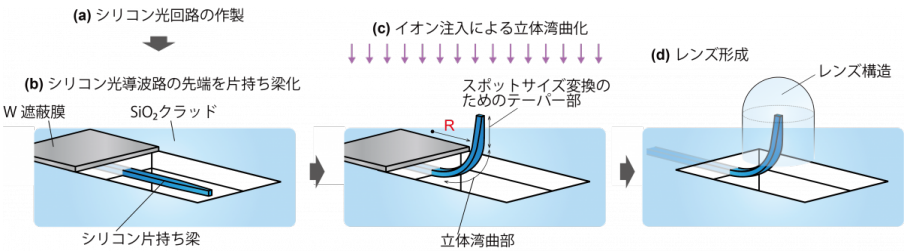
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名（課題申請者） User Name (Project Applicant)	吉田 知也
所属名 Affiliation	国立研究開発法人産業技術総合研究所
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	TU-001：エッチングチャンバー TU-002：有機ドラフトチャンバー TU-105：中電流イオン注入装置 TU-215：イオンミリング装置 TU-155：SPPテクノロジーズ TEOS PECVD

報告書データ / Report

概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	近年、情報通信技術の進展に伴い、大規模データ処理を支えるハイパースケールデータセンターの需要が急速に高まっている。これに対応するためには、より高速かつ高効率なデータ通信ネットワークの構築が不可欠である。その鍵となるのが、半導体微細加工技術を応用して製造される高集積型のシリコン光集積回路（Si Photonic Integrated Circuit）である。本研究では、シリコン光集積回路における入出力光の高効率化という長年の課題に挑み、革新的な光カプラ技術「エレファントカプラ」の開発を進めている。この技術は、シリコン光導波路の先端を三次元的に湾曲させる独自構造を持ち、イオン注入による応力制御を駆使して形成される点に特色がある。Oバンド向けのシリコン光カプラの高度化を目指し、本研究では試作施設に設置された中電流イオン注入装置を用いて、最適なイオン注入レシピの開発を行った。さらに、CVD（Chemical Vapor Deposition）やイオンミリング技術を活用して、微細レンズの形成とデバイス試作を進めている。これにより、シリコン光集積回路の性能向上と、次世代ネットワークの効率的な構築が期待される。
実験 Experimental	エレファントカプラは、シリコン光集積回路を製作した後に追加加工を施し、表面型光カプラを構築する手法である。(a) 初めに、標準的なプロセスによりシリコン光集積回路を作製する。 (b) 次に、光導波路の端部を片持ち梁構造に加工し、この領域にイオン注入を行うことで、湾曲加工を実現する準備を整える。遮蔽用として形成されるタングステン（W）薄膜は、イオンビームの精密なコントロールに寄与する。 (c) その後、イオン注入を実施し、エネルギーおよびドーズに応じて応力を制御し、注入角度やウェハの回転によって最適な曲げ形状を精緻に形成する。まるで熟練の鍛冶職人が金属を鍛えるかのような繊細な加工が可能である。 (d) 最終工程では、CVD技術を用いて微細なガラスレンズ構造を形成し、光入出力効率を高める構造が完成する。今年度は、Oバンド光デバイスに対応したエレファントカプラにおける湾曲構造形成技術の確立に注力した。中電流イオン注入装置、イオンミリング装置、CVD装置などを用い、重要な加工レシピの最適化と再現性の確認を行った。
結果と考察 Results and Discussion	Oバンド対応シリコン光カプラの高度化に向けた技術開発においては、試作施設に設置された装置群の活用により、効率的かつ柔軟に試作・評価を行うことができた。中電流イオン注入装置では、湾曲加工に最適なパラメータ群の抽出に成功し、イオンミリングとCVDとの組み合わせにより、光学的性能を高めるデバイス構造の試作にも成功した。これらの成果は、シリコン光集積回路の高性能化を支える基盤技術として、次世代データ通信インフラの構築に大きく貢献するものと考えられる。
図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1	 Oバンド用シリコン光カプラの形成プロセス
その他・特記事項（参考文献・謝辞等） Remarks(References and Acknowledgements)	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI（論文・プロシーディング） DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文 Oral Presentations etc.	
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件