

ALCA-Next

「半導体」領域

2024 年度 年次報告書

2024 年度採択

[研究開発代表者名:西山 伸彦]

[東京科学大学工学院 教授]

[研究開発課題名:異種材料およびマイクロ・ナノマシンを集積化した新しいフォトニクスプラットフォームの実現とセキュア通信への応用]

主たる共同研究者:

[池田 和浩 (産業技術総合研究所プラットフォームフォトニクス研究センター 研究チーム長)]

実施期間 : 2024 年 11 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

§1. 研究開発成果の概要

本プロジェクトでは、シリコン基板上に異種材料および MEMS/NEMS を一括集積する手法を確立し、セキュア通信への応用を実現することを目的とする。そのために、ワークパッケージ (WP) 1-6 を形成し、開始前の WP4 を除く、それぞれの課題に取り組んだ。

WP1 では、プロセスフローの立案に取り組んだ。主に、MEMS 形成のタイミングを初期段階で行うか、最終段階で行うかで二つのパターンを検討し、それぞれに解決すべき課題を抜き出し、検証のための実験手順を明確にした。

WP2 では、MEMS/NEMS 光集積回路コンポーネントの試作を行った。メタマテリアル光共振を NEMS でチューニングするデバイスでは、非線形共鳴の光検出に成功した。ウェハー上のパターンで光制御を可能にするメタレンズのスケーリングにおいては、4 インチメタレンズの試作に成功した。また、高い NA を持つメタレンズを用いて、ナノロッドを浮揚させ、MHz レベルで回転させることに成功した成果を発表した。

WP3 では、通信波長帯の色中心を持つ SiC と MEMS 構造を利用した量子乱数生成素子の実現を目指す。単一光子源として、バナジウム色中心の発光波長である $1.28\ \mu\text{m}$ において、高い光子生成レートを得られる高 Q 値かつ小モード体積な光共振器構造の設計を行った。極低温動作可能な磁気光学変調器の開発では、シリコン基板上の YIG シード層を 800°C で急速アニーリングすることによって、その上層に成膜した多結晶 Ce:YIG 膜で単結晶 Ce:YIG の 65%相当となるファラデー回転係数を得た。

WP5 では、WP1~4 にて検討するデバイスの作製において必要となる MEMS 構造・プロセスについて、詳細な議論を行った。具体的には 300mm プロセス、MEMS の各工程について擦り合わせを行い、プロセスフローにおける必要事項を確認した。

WP6 では、プロジェクトマネジメントとして、コンソーシアム契約などのルール整備を行った。

【代表的な原著論文情報】

[1] H. Pi, C. Sun, K.S. Kiang, T. Georgescu, J-Y. Ou, H. Ulbricht, and J. Yan, “Levitation and controlled MHz rotation of a nanofabricated rod by a high-NA metalens,” *Microsystems & Nanoengineering*, vol. 11, no. 1, p. 67 (2025).