2024 年度

創発的研究支援事業　年次報告書【公開版】

研究担当者	太田泰友
研究機関名	慶應義塾大学
所属部署名	理工学部
役職名	准教授
研究課題名	集積磁気ナノフォトニクスの開拓
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、集積ナノ光構造と磁気光学（MO）を融合するプラットフォームとして、単結晶 MO 薄膜を絶縁体基板上に装荷した基板(MOOI 基板)を作製し、同基板を用いた集積磁気ナノフォトニクスの開拓を進めている。本年度は、MO 材料であるイットリウム鉄ガーネット(YIG)の高度な微細加工と光学評価や、MO フォトニック結晶等の設計と作製に取り組んだ。

MOOI 基板作製技術および YIG の微細加工技術の発展に取り組んだ。ウェハ融着と研磨を組み合わせた熱酸化膜付きシリコン基板上の磁気光学薄膜作製において、試料の洗浄方法を見直し融着プロセスの成功率が高まった。また、研磨時に磁気光学材料を適切に保護することで、割れや欠けなどのトラブルを低減することができた。ドライエッチングにおいては、エッチングチャンバーの条件が変化したことで実験結果の再現に苦労したものの、新しいパラメータ領域でこれまでと同等のエッチングが実現できることを見出した。これらの技術を統合することで、近赤外域における YIG フォトニック結晶ナノ共振器の高 Q 値共振を世界で初めて観測することに成功した。また、本成果を基礎としてフォトニック結晶ナノ共振器をベースとした微小光アイソレーターについての検討も進めた。有限要素法および有限差分時間領域法を用いて微小共振器を設計し、MO 効果の影響を調べた。

電磁界数値計算においては、MO フォトニック結晶へ印加する外部磁場の向きの影響を調べた。特に連続場の束縛(BIC)状態を有する光学モードについて調べたところ、「点において任意の偏光状態を生成できる可能性があることが数値計算で明らかとなった。また、BIC モードを活用したスローライト導波路について適切な理論モデルの構築に成功し、解析的に振る舞いを説明することができた。モアレフォトニック結晶についても議論を展開し、三角格子フォトニック結晶におけるフラットバンド光局在を見出した。