

イットリウム鉄ガーネットを母材とした H1 型フォトニック結晶ナノ共振器の作製

Fabrication of H1-type photonic crystal nanocavities based on yttrium iron garnet

慶應理工¹, 東大先端研² ○(M2) 谷口公太¹, 北井達也¹, 山家 健¹, 高 思源¹, 岩本 敏², 太田 泰友¹

Keio Univ., Japan¹, RCAST, the Univ. of Tokyo, Japan²,

○Kota Taniguchi¹, Tatsuya Kitai¹, Takeru Yambe¹, Gao Siyuan¹, Satoshi Iwamoto², Yasutomo Ota¹

E-mail: kota-t10@keio.jp

はじめに イットリウム鉄ガーネット(YIG)系単結晶は、室温・光通信波長帯における最も優れた透明磁気光学材料の一つである^[1]。YIG を母材とした C_{6v} 対称性を有する H1 型フォトニック結晶ナノ共振器 (PCNs) を形成し、その二重縮退モードを活用することで極小光サーキュレータ^[2]などの非相反ナノ光素子の実現できると期待される。しかし、YIG は難加工性であり PCN などの高度な微小光構造^[3]の作製は極めて難しいことが知られている。前回我々は、 SiO_2 上に準備した単結晶 YIG 薄膜に対して微細加工を行い、L5 型 YIG-PCN 構造の作製に成功し報告した^[4]。今回、同技術を発展させ、空孔半径変調を導入した H1 型 PCNs の作製に成功したので報告する。

結果 本研究で検討したデバイス構造を図 1(a)に示す。本構造は点欠陥を有する三角格子円孔フォトニック結晶を基礎とした H1 型 PCNs である。 C_{6v} 対称性を保持しながら欠陥部分に近接した空孔の半径と位置の最適化を行った。3次元有限差分時間領域法を用いた数値解析の結果、屈折率 $n_{\text{Bi:YIG}}=2.37$, 格子定数 $a=598$ nm, 空孔半径 $r_0=0.29a$, スラブ厚 $t=300$ nm, $s_1=0.21a$, $r_1=0.23a$, $s_2=0.05a$, のとき、波長 1550 nm の双極子モードで $Q=2.3 \times 10^4$, モード体積 $V=0.87(\lambda/n)^3$ が得られた。次に、当研

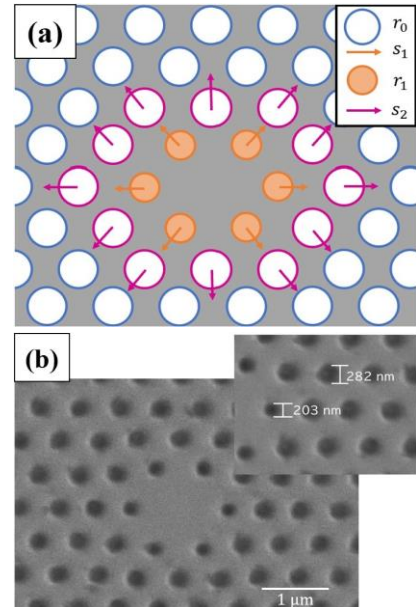


Fig.1 (a) Cavity design and parameters. The arrows indicate the directions of the shifts. (b) Scanning electron microscope image of the YIG based H1-type PCNs.

究室が独自に開発した SiO_2 上に形成した単結晶 YIG 薄膜に対して電子線リソグラフィとドライエッチングを行い、設計した共振器構造の作製を行った。その後、フッ酸を用いたウェットエッチングによって SiO_2 層を除去し、エアブリッジ型 PCN を作製した。作製した共振器の走査電子顕微鏡像を図 1(b)に示す。三角格子円孔フォトニック結晶（格子定数 590 nm、円孔直径 282 nm）を基礎とした H1 型共振器が形成できている。また、空孔半径の変調も確認できる。同構造は光通信波長帯において高 Q 値光共振を示すと期待される。その他の実験結果の詳細や光学評価の結果については当日報告する。

参考文献 [1] K. Srinivasan et al., Opt. Mater. Express, 12, 697 (2022). [2] Z. Wang et al., Opt. Lett, 30, 15 (2005). [3] D. O. Ignatyeva et al., Nat. Commun., 11, 5487 (2020). [4] 谷口公太, 太田泰友他, 第 71 応用物理学会春季学術講演会 24p-11F-12 (2024). **謝辞** 実験に協力、助言頂いた石田悟己氏、大槻秀夫氏、松清秀次氏に感謝する。本研究の一部は JST FOREST (JPMJFR213F), JST CREST (JPMJCR19T1)、科研費(22H00298, 22H01994, 22K18989)、日本板硝子財団、池谷科学技術振興財団の支援の下遂行された。