

課題番号 : F-19-OS-0053
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : ナノポア型ナノ共振器の作製と評価
Program Title(English) : Fabrication of Plasmonic Nanopore
利用者名(日本語) : 龍崎 奏
Username (English) : S. Ryuzaki
所属名(日本語) : 九州大学, 先導物質化学研究所
Affiliation (English) : Institute for Materials Chemistry and Engineering, Kyushu University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、ナノポア、プラズモン

1. 概要(Summary)

本研究では、金属からなるプラズモニックナノポア (PNP) 構造を作製し、光照射下における PNP の基本特性を調べると同時に、ナノ共振器として用いることで新しいレーザーデバイスの基本構造を構築する。PNP はプラズモン共鳴を示すため、光照射下においてはポア内部に強い局所電場が発生する。さらに各ポアでの共鳴は同位相のため、この同位相の局所電場を利用することで、レーザー発振が期待される。本研究では、より強い局所電場を得るために、ナノポア構造にて金属-絶縁体-金属 (MIM) 構造を新たに導入する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精細電子ビームリソグラフィー装置(ELS-100T)

リアクティブイオンエッチング装置(RIE-10NR-NP)

RF スパッタ成膜装置(SVC-700LRF)

【実験方法】

ELS-100Tを用いてEBレジストを塗布した窒化シリコン膜に直径 120 nm 程度の穴(500 × 500 個)を描画し、その後 RIE-10NR-NP によって窒化シリコン膜を貫通させることで、SiN マルチナノポアを作製した。その後、SiN マルチナノポアの上からスパッタにより金属(Au または Ag) を蒸着することで金属マルチナノポア構造を作製した。その際、ナノポア内部を MIM 構造にするために、金属を蒸着したのち、20 nm 程度の SiO₂ をその上から蒸着、さらにその上から金属を蒸着することで、MIM 構造を作製した。金属マルチナノポア構造の評価には、一般的な紫外可視透過スペクトル測定を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に示すような、一般的な PNP 構造と MIM 構造を有する PNP 構造の紫外可視透過スペクトル測定の比

較を行なった。その結果、MIM 構造を採用することで、スペクトル特性が変わり、ある特定波長において強いプラズモン共鳴を示すことが明らかとなった。一般的に MIM 構造では金属間において光の相互作用が発生し、メタマテリアル特性が得られることがある[1]。今回の構造においても金属間で光の相互作用が発生したものと考えられる。その相互作用の詳細については今後の課題であるが、ポアの半径やポア間隔を変えることで、本構造のメタマテリアル特性の詳細を議論できることが期待される。

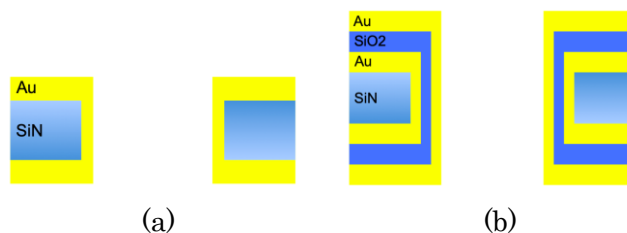


Fig. 1 (a) Normal PNP structure, (b) PNP structure with MIM structure.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

[1] Pai-Yen Chen, et al., Phys. Rev. Appl. 5, 041001 (2016)

競争的資金

・基盤研究(C)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

R. Matsuda, S. Ryuzaki, K. Okamoto, Y. Arima, M. Tsutsui, M. Taniguchi, and K. Tamada. J. Appl. Phys., 127, 243109 (2020).

6. 関連特許(Patent)

なし