

課題番号 : F-18-OS-0031
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 集光型プラズモニックナノポアの作製と評価
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、ナノバイオデバイスに応用する。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。この電場によって、帯電しているナノポア通過物質の速度を制御できることが期待される。さらにプラズモン共鳴によって、SERS (表面増強ラマン散乱) が期待できる。それにより、ナノポア通過物質をラマン分光解析できる可能性がある。

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 SiN/Si/SiN 基板に約 $400 \times 400 \mu\text{m}$ の窓を描画し、その後 RIE-10NR-NP によって窒化シリコン膜をドライエッチングすることで、下地の Si 表面をむき出しにした。その後、KOH で Si をウェットエッチングすることで、 $400 \times 400 \mu\text{m}$ の窓を底辺としたピラミッド状の穴を Si 層に作製し、最終的に裏面までウェットエッチングすることで、 200 nm 程度のポア構造を作製した。その後、スパッタにより金属 (Au または Ag) を蒸着することで金属ナノポア構造を作製した。さらに、ナノ構造表面に金属微粒子を被覆することで、プラズモニック特性の制御を行った。金属微粒子の光学特性についてはエリプソメトリーで評価を行った。金属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)

本研究で作製した PNP (金属ナノポア構造) を Fig. 1 に示す。Si の結晶面にそって傾斜構造ができており、さらにその底には 200 nm 程度のポア構造が確認できる。この傾斜構造によって光が底まで伝搬し、ポア構造に集光される。また、径が 300 nm 以下になるとポア内部でプラズモン共鳴が生じることが期待される。実際に PNP の光学特性を評価すると、プラズモン共鳴に伴った光吸収が確認された (Fig. 2)。また、その表面に被覆する金属微粒子の光学特性をエリプソメトリーで評価を行い、PNP とのマッチング設計を行った。

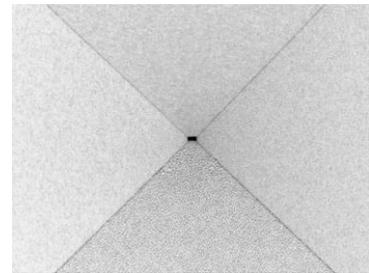


Fig. 1 $100 \times 300 \text{ nm}$ size Au plasmonic nanopore.

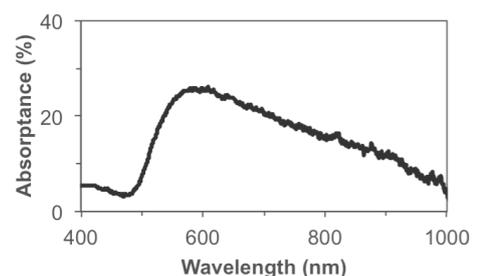


Fig. 2 UV-Vis Spectra of the PNP.

4. その他・特記事項 (Others)

・さきがけ (JST) 領域: 微粒子

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