

課題番号 : F-17-HK-0057
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 微細加工技術を用いたナノギャップ電極の作成
Program Title (English) : Fabrication of nano-gap Electrode by Microfabrication Technology
利用者名(日本語) : 及川隼平¹⁾, 林 峻大²⁾, 李 笑玮³⁾, 村越 敬³⁾
Username (English) : S. Oikawa¹⁾, T. Hayashi²⁾, X. Li³⁾, K. Murakoshi³⁾
所属名(日本語) : 1) 北海道大学大学院 総合化学院 総合化学専攻
2) 北海道大学 理学部 化学科、 3) 北海道大学大学院 理学院
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido Univ.
2) School of science, Hokkaido Univ. 3) Faculty of Science, Hokkaido Univ.

キーワード: リソグラフィ

1. 概要(Summary)

数ナノメートル程度に近接した金属二量体構造へ特定波長の光を照射すると、光の回折限界以下の局所間隙空間に強い光電場や伝導パスが形成し、上記光学特性は間隙距離に強く依存する。昨今の研究により量子限界空間まで光の閉じ込めが可能であり、加えてこの領域では新たな光学挙動を示すことが報告されている。これらの光学特性を利用した新規光学デバイスの創出に向けて、サブナノレベルでの間隙制御が求められている。

本研究では、導電性基板上に作製した種々の間隙形状を有する金属二量体構造を、電気化学的に析出・酸化溶解することで原子レベルでの構造制御を試みた。さらに、*in-situ* 顕微散乱分光測定を行うことで、光学特性の変調から構造変化を定量的に評価し、本手法の構造制御精度を検証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置(ELS-F125-U)
ヘリコンスパッタリング装置(MPS4000C1/HC1)

【実験方法】

電子線リソグラフィ法を用いて導電性ガラス基板上に種々Au 二量体構造を作製し、この基板を作用極とした電気化学セルを構築して電気化学酸化溶解・還元析出を行った。電気化学電位制御下において *in-situ* 顕微散乱分光測定を行うことで、構造に依存した散乱スペクトル変化を計測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

電気化学 *in-situ* 暗視野顕微散乱測定により取得したAu 酸化溶解反応進行下における金属ナノ構造の散乱スペクトルの経時変化を Fig.(a)に示す。電気化学電位の印加に伴い、体積減少に依存した散乱強度の減少と、

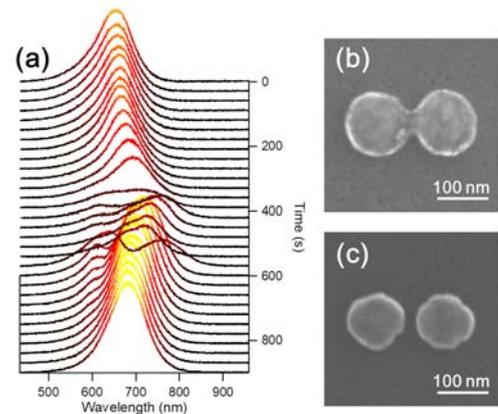


Fig. (a) Time dependent scattering spectra of Au nanodimer obtained with applying 0.74 V (vs. Ag/AgCl). Electrolyte solution is 10 mM KBr aq. SEM images of Au nanodimer obtained (b) before ($t = 0$ s) and (c) after dissolution ($t = 900$ s).

散乱極大の変遷が観測された。電気化学測定前後において取得したSEM像 Fig.(b)、(c) から、二量体構造の溶解による間隙形成が確認され、構造変化に伴う光学特性変化の相関が明らかとなった。以上から、電気化学手法による形状制御によって、Au 二量体構造間隙における電子トンネリングと誘起双極子混成モードを自在に制御可能であるという事実が示された。

4. その他・特記事項(Others)

機器利用に御助力いただきました北海道大学電子科学研究所ナノテク連携推進室の松尾保孝先生、並びに同研究所技術部の大西広様に厚く御礼申し上げます。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

1) S. Oikawa, H. Minamimoto, K. Murakoshi, *Chem. Lett.*, 2017, 46, 1148.

6. 関連特許(Patent)

なし