

課題番号 : F-17-HK-0055
 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) : 加藤 郁也¹⁾, 小山田伸明²⁾, 村越 敬³⁾
 Username (English) : F. Kato¹⁾, N. Oyamada,²⁾ K. Murakoshi¹⁾
 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 University
 2) School of science, Hokkaido Univ. 3) Faculty of Science, Hokkaido Univ.
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

光マニピュレーション技術は、マイクロからナノサイズの物質を光圧により個別・選択的に、また直接的に操作可能な手法であり、今後の産業社会において重要な役割を担うことが期待されている。分子などのナノ物質に対して効率的な光捕捉を実現するためには非常に大きな光電場勾配が必要であり、近年では主に金属ナノ構造体に誘起される局在表面プラズモンが利用されている。本研究は、単分子光マニピュレーション技術の確立に向け、金属ナノ構造体の最適構造を精査するとともに、表面増強ラマン散乱(SERS)計測法により分子挙動を観測することで金属ナノ構造体の光捕捉能を評価することを試みた。

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(エリオニクス)、ヘリコンスパッタリング装置 MPS-4000C1/HC1(アルバック)

【実験方法】

清浄な 24 mm 四方のカバーガラス表面にレジスト溶液(ZEP520A:ZEPA=2:1)をスピコート(300 rpm で 3 s の後、4000 rpm で 60 s)し、160°C のホットプレート上にて 3 min ベークした。また、エスペイサー300Z を同条件にてスピコートし、CAD データに基づき加速電圧 125 kV、電流 50 pA の条件にて描画を行った。エスペイサー層を除去した後、ZED-N50 現像液に 60 s、続けて ZMD-B リンス液に 10 s 浸漬することで現像を行った。Au を膜厚 50 nm の条件にてスパッタリングした後、ZDMAC 剥離液中にてリフトオフを行い、基板表面を清浄化した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. (a)に示す SEM 像より、作製した Au ナノ構造体

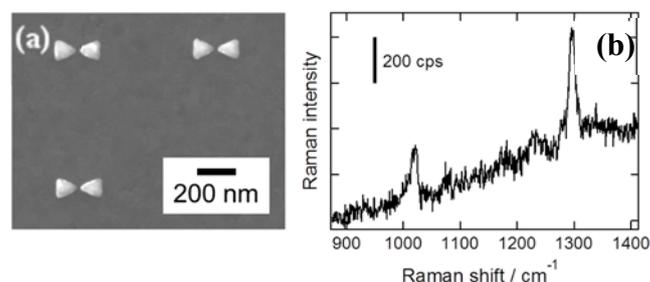


Fig. (a) SEM image of Au nano-structures. (b) SERS spectrum of 1 mM 4,4'-bipyridine aq.

が約 5~15 nm の間隙を有していることが確認された。これより、共鳴励起光照射下において Au ナノ構造体の間隙に非常に強い増強光電場が形成することが期待される。

Fig. (b)は、単一の Au ナノ構造体に励起光を照射することで取得した 1 mM 4,4'-bipyridine 水溶液の SERS スペクトルである。この結果から、単一の金属二量体間隙における少数分子の挙動観測に成功したことが示された。また、連続計測の時間経過に伴い SERS のシグナル強度が増大したことから、光分子捕捉に成功したことが示唆された。今後は、更なる構造精査により検出感度を向上させることで単分子 SERS 計測技術を確立するとともに、励起光強度や金属ナノ構造体の電気化学電位などの外的要因が光捕捉効果に与える影響を調査する予定である。

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] 小山田伸明、加藤郁也、李 笑玮、南本大穂、村越敬、日本化学会 第 98 春季年会、2018 年 3 月 23 日

6. 関連特許(Patent)

なし。