

課題番号 : F-14-HK-0049
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 局在表面プラズモン-色素励起子強結合系の電気化学顕微分光計測
Program Title (English) : Spectroelectrochemistry for Strong Coupling System of Localized Plasmons and Dye Excitons
利用者名(日本語) : 大貫 温順, 村越 敬
Username (English) : A. Ohnuki, K. Murakoshi
所属名(日本語) : 北海道大学大学院 総合化学院総合化学専攻
Affiliation (English) : Graduate School of Chemical Science and Engineering

1. 概要(Summary)

金属ナノ構造体に励起される局在表面プラズモンと、色素分子の励起子間には結合相互作用が形成され、分極の位相の組み合わせにより2つのエネルギー状態が生じる。この状態は強結合状態と呼ばれ、現在新たなエネルギー状態を利用した新規反応経路の形成や、光学デバイスの創出が期待されている。

強結合状態における結合相互作用の強さを表す結合定数は色素分子数に比例する。多数の金属ナノ粒子を測定するアンサンブル測定では、複数の結合状態が観測され、定量的評価が困難であった。本研究は電気化学環境下での顕微散乱分光測定を行い、単一金属ナノ構造体における結合定数変化の定量的評価を試みた。

2. 実験(Experimental)

導電性ガラス上にレジスト溶液をスピコートし、その後ホットプレート上で乾燥させることで、均一なポリマー層を形成した。その後、超高精度電子ビーム描画装置(ELS-F125-U)を用いて電子線描画を行った。

基板を現像後、ヘリコンスパッタリング装置(MPS4000C1/HC1)によってAuをスパッタリングし、リフトオフを行うことで、基板上に金属ナノ構造を形成した。形成した構造体の評価は電界放射型走査型電子顕微鏡(JSM-6700FT)を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. に作製した構造体のSEM像を示す。SEM像より異方性のある構造体の形成が確認され、10 nm程度のギャップ形成を確認した。本構造に対して2量体長軸方向、短軸方向に偏光方向を変えて取得したスペクトルからは異なる位置に極大共鳴波長を持つことが確認された。

また、極大吸収波長が近接した色素分子を担持するとスペクトル変化が観測され、強結合状態の形成を達成した。更に、本構造体に対して電気化学電位を制御しながら

ら取得した散乱スペクトルにおいては、散乱スペクトルの変調が観測され、電気化学電位によって結合状態が変化したことが示唆された。今後理論計算との対比を行うことによって、結合定数の定量的評価が可能となる。

高精度の描画装置によって上記成果が達成された。ナノテクノロジープラットフォーム事業の装置と環境がなければ不可能な研究であり、さらなる装置の精度向上、きめ細やかな技術支援、高分解能の評価装置を引き続き期待する。

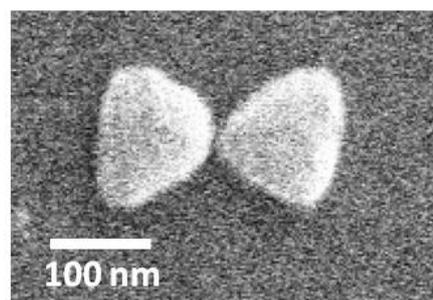


Fig. SEM image of Au nanostructure.

4. その他・特記事項(Others)

北海道大学 電子科学研究所 光システム物理研究室 笹木 敬司先生、藤原 英樹先生、石田 周太郎先生、並びに北海道大学 電子科学研究所 技術部 大西 広先生に厚く御礼申し上げます。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 大貫温順, 長澤文嘉, 鈴木健太郎, 村越敬
ナノ学会, 平成 26 年 5 月 22 日.
- (2) 大貫温順, 長澤文嘉, 鈴木健太郎, 保田諭, 村越敬
ライラックセミナー, 平成 26 年 6 月 28 日.
- (3) 大貫温順, 長澤文嘉, 鈴木健太郎, 保田諭, 村越敬
分子科学討論会, 平成 26 年 9 月 21 日.

6. 関連特許(Patent)

なし.