

課題番号 : F-14-HK-0050
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 金ナノ構造担持酸化チタン電極を用いたプラズモニック光電変換電極の構造・特性制御
Program Title (English) : Structural design of Plasmon Active Electrode for Effective Photoenergy Conversion using Titanium Dioxide modified with Au nanostructure
利用者名(日本語) : 戸田貴大¹⁾, 村越敬²⁾
Username (English) : T. Toda¹⁾, K. Murakoshi²⁾
所属名(日本語) : 1) 北海道大学総合化学院総合科学専攻, 2) 北海道大学理学院
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido University
2) Graduate School of Science, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

Au ナノ構造体を修飾した酸化チタン(TiO₂)は、TiO₂のバンドギャップより低エネルギーの可視 - 近赤外光を利用した光電変換が可能となる。しかし、その詳細な電子移動メカニズムは未解明であり、系の実用化に当たりその解明は必要不可欠である。本研究では、電気化学的に酸化することで、導電性高分子である polypyrrole (PPy) を重合析出する pyrrole を電子ドナーとして用い、プラズモン励起が誘起する正孔によって進行する光電気化学重合反応の空間選択性を観測し、反応サイトの解明を試みた。

2. 実験(Experimental)

実験には Au ナノ構造を修飾した TiO₂ 単結晶を基板として用いた。Au ナノ構造は、真空蒸着法より TiO₂ 基板に Au 薄膜を蒸着後、大気中でアニールすることにより作製した。作製した Au / TiO₂ 基板を作用極として、pyrrole を含む電解質水溶液中にて、近赤外光レーザーを照射することにより導電性高分子の重合析出反応を行った。Au ナノ構造の評価及び基板表面に析出した PPy の観測は電界放射型走査型電子顕微鏡(JSM-6700FT)を用いた。また超高精度電子ビーム描画装置(ELS-F125-U)及び、ヘリコンスパッタリング装置(MPS-4000C1/HC1)を用いて作製することで、構造を制御した Au ナノ構造体についても同様の実験を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. は Au / TiO₂ 基板を作用極として、pyrrole 水溶液中にて、波長 785 nm のレーザーを照射する前の Au/TiO₂ 基板の SEM 像 (Fig. (a)) とレーザー照射後の

Au/TiO₂ 基板 (Fig. (b)) の SEM 像である。Fig. (a) より島状の Au ナノ構造体が現れており、Fig. (a), (b) の比較から、レーザー照射によって Au ナノ構造体のエッジに偏光方位に依存して黒いコントラスト像が生じていることが確認できる。この黒いコントラスト像はプラズモン共鳴によって生じた正孔により重合した PPy であると考えられ、これらが析出しているサイトがプラズモン共鳴によって増強電場が局在するサイトに対応していることが分かった。

以上の結果から Au / TiO₂ 基板を用いたプラズモン光電変換電極においては、Au ナノ構造体のプラズモン共鳴によって誘起される増強電場が反応の活性サイトであることが示唆された。さらに、超高精度電子ビーム描画装置を用いることで、ナノスケールで構造制御した Au ナノ構造体を作製することに成功しており、今後はこのような構造制御した Au ナノ構造を用いて同様の実験を行うことで、反応の定量性の評価や照射光波長依存性の評価が可能となることが期待される。

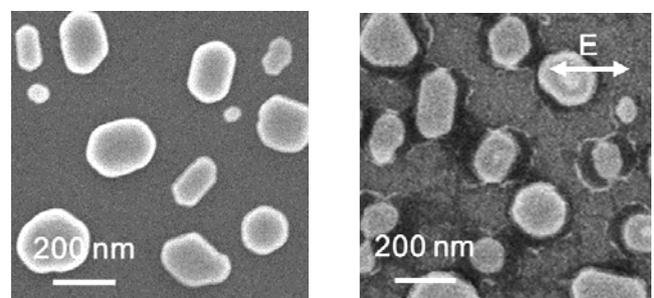


Fig. SEM image of Au nanoislands on TiO₂ (a) before and (b) after irradiation with laser (785 nm) for 1000 sec in 10 mM pyrrole + 0.5 M Na₂SO₄ aq..

4. その他・特記事項(Others)

・大西広様(北海道大学電子科学研究所技術部)、に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 戸田貴大・二島諒・鈴木健太郎・保田諭・村越敬, 第30回ライラックセミナー, 平成26年6月28日
- (2) 戸田貴大・二島諒・鈴木健太郎・保田諭・村越敬, 第65回コロイドおよび界面化学討論会, 平成26年9月5日
- (3) 戸田貴大・二島諒・鈴木健太郎・保田諭・村越敬, 2014電気化学秋季大会, 平成26年9月27日
- (4) 戸田貴大・鈴木健太郎・保田諭・村越敬, 平成26年度日本表面科学東北・北海道支部学術講演会, 平成27年3月9日
- (5) 戸田貴大・鈴木健太郎・保田諭・村越敬, 日本化学会 第95春季年会(2015), 平成27年3月28日

6. 関連特許(Patent)

なし