

課題番号 : F-17-HK-0054
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 光エネルギー変換へ向けた高効率光捕集プラズモン電極の作製
Program Title (English) : Fabrication of highly absorbing plasmonic electrode towards light energy conversion
利用者名(日本語) : 土田芳樹
Username (English) : Y. Tsuchida
所属名(日本語) : ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン
Affiliation (English) : Honda Research Institute Japan Co., Ltd.
キーワード/Keyword : 局在表面プラズモン共鳴、エネルギー変換、可視光応答、成膜・膜堆積

1. 概要(Summary)

近年、プラズモンを利用した光電変換デバイスや光触媒などの光エネルギー変換系に関する研究が盛んに行われている^{1,2}。特に、金属ナノ構造/半導体界面で誘起される、局在表面プラズモン共鳴に基づく電荷分離は、ワイドバンドギャップ半導体では利用不可能な可視・近赤外光を利用可能であり、その光エネルギー変換系への応用が大いに注目されている。

我々は、北大電子研の三澤研究室と共同で、太陽光中に豊富に含まれる可視・近赤外光を高効率に変換可能なプラズモン電極を開発し、環境負荷の小さい光エネルギー変換系の構築を目指して研究に着手した。

本年度の共同研究では、プラズモン電極の光電変換特性の向上と、それを制御可能なパラメーターの探索を目指し、作製したプラズモン電極の溶液中での光電変換特性を計測して評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置 (Picosun SUNALE-R)

ヘリコンスパッタリング装置 (アルバック

MPS-4000C1/HC1)

高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡 (日本電子 JSM-6700FT)

真空蒸着装置(サンバック ED-1500R)

【実験方法】

石英基板上にヘリコンスパッタリング装置によって金を反射膜として成膜し、2-メルカプトエタノール/エタノール溶液に 24 時間浸漬することで金表面に水酸基を修飾した。その後原子層堆積装置を用いて酸化チタン薄膜を成膜し、さらに金薄膜を 2.4-3.9 nm の膜厚で電子線蒸着・アニールすることで金ナノ粒子を作製した。作製した電極を作用電極、飽和カロメル電極を参照極、プラチナを対

極として KClO₄ 水溶液中でキセノンランプからの光を照射し、光電変換特性を計測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1 に示すように、金の膜厚が厚いほど吸収スペクトルの吸収端が長波長側にシフトして、広範囲の可視光を吸収可能であることが分かった。全てのサンプルで、ピーク波長での吸収がほぼ 100% に達しているのは、プラズモンだけでなく、酸化チタン薄膜の光閉じ込め効果が吸収に寄与しているためであると考えられる。一方、光電流は金膜厚 2.7 nm をナノ粒子化したサンプルで最大となり、その反応機構は単純な吸収だけでは議論できないことが分かった。

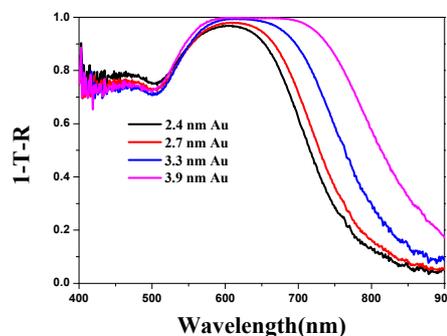


Figure 1. Absorptivity spectra of gold nanoparticles prepared by annealing the different thicknesses of gold film on the TiO₂/Au/SiO₂.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

1. K. Ueno, T. Oshikiri and H. Misawa, *ChemPhysChem*, **2016**, *17*, 199-215.
2. K. Ueno, T. Oshikiri, Q. Sun, X. Shi and H. Misawa, *Chem. Rev.*, 2017, DOI: 10.1021/acs.chemrev.7b00235, 共同研究者: 押切友也、Yanfeng Cao、石 旭、上野貢生、三澤弘明

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし