

課題番号 : F-13-HK-0036
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名 (日本語) : 酸化物半導体基板上での金ナノ粒子の化学成長と光電変換特性
 Program Title (English) : Chemical growth of gold nanoparticles on an oxide semiconductor photoelectrode and its photocurrent generation property
 利用者名(日本語) : 寺西 利治
 Username (English) : Toshiharu Teranishi
 所属名(日本語) : 京都大学化学研究所
 Affiliation (English) : Institute for Chemical Research, Kyoto University

1. 概要 (Summary)

近年、プラズモンの光アンテナ効果を利用した太陽電池や光触媒など光-エネルギー変換系に関する研究が盛んに行われている。北大電子研の三澤研究室では、金ナノ構造/酸化チタン電極を用いた可視・近赤外光電変換システムの開発や水の酸化反応に関する研究が行われてきた[1]。我々は金ナノ構造を化学的に成長させ、ナノスケールで構造サイズや構造間距離を制御可能なことを報告している[2]。本共同研究では、金ナノ構造のプラズモン共鳴スペクトルの長波長化および高強度化を目指し、チタン酸ストロンチウム(SrTiO₃)単結晶基板上に配置した金ナノ粒子(Au-NPs)の化学的成長とその光電変換特性について検討した。その結果、効率的な光電変換は達成されなかったものの、Au-NPsの効率的な粒径成長とそれに伴うプラズモン共鳴スペクトルの劇的な増大が観測された。

2. 実験 (Experimental)

単結晶 SrTiO₃ 基板 (0.05wt% Nb-doped) 上にヘリコンスパッタリング装置 (MPS-4000C1/HC1、アルバック) により 3 nm の金を成膜後、窒素雰囲気下で加熱することにより基板上に Au-NPs を作製した。Au-NPs 担持 SrTiO₃ 基板を塩化金酸、塩化セチルトリメチルアンモニウム、臭化セチルトリメチルアンモニウム、アスコルビン酸を含む水溶液に浸漬し、20°C で 24 時間静置することで Au-NPs を成長させた。その後、有機物を取り除くために真空紫外光露光装置 (PC-01-H、エヌ工房) を用いて 5 分間照射した。基板表面の観察は電界放射型走査型電子顕微鏡 (JSM-6700FT、日本電子) を用いて行った。光源として Xe ランプを用い、3 電極式の光電気化学測定により光電変換特性を評価した。電解質水溶液には過塩素酸カリウム (0.1 mol/dm³) の水溶液を用いた。作製した Au-NPs/SrTiO₃ 電極を作用電極、白金線を対極、および飽和カロメル電極を参照電極として測定を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に化学成長前後での Au-NPs/SrTiO₃ 基板の電子顕微鏡像を示す。成長処理後では顕著に粒子径が増大し、基板上での金被覆率が増加していることが分かった。また、Fig. 2(a) に示すとおり、そのプラズモン

共鳴スペクトルは被覆率の増大に伴って顕著に増大した。

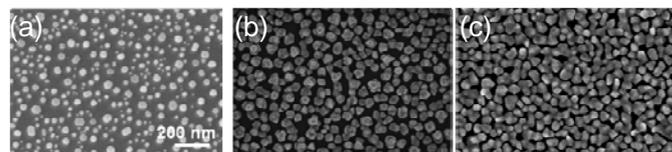


Fig. 1. SEM images of Au-NPs/SrTiO₃ substrate (a) before growth (coverage: 22%), (b) after growth (coverage: 53%) and (c) after growth (coverage: 75%)

また、作製した Au-NPs/SrTiO₃ 電極の光電変換特性を検討したところ、Fig. 2(b) に示すように、被覆率が增大すると光電変換効率が減少する挙動が観測された。これは、今回用いたサンプルの被覆率が高すぎるために、Au/SrTiO₃ 界面に電子ドナーである水が到達することが困難になったためであると考えられる。

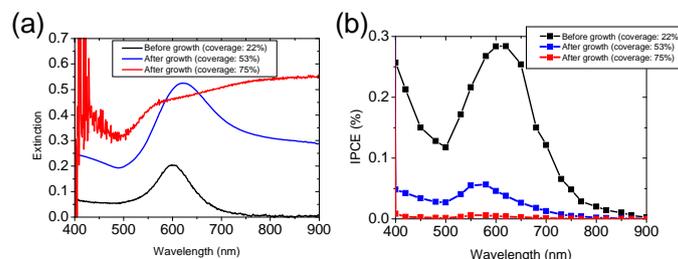


Fig. 2. (a) Plasmon resonance spectra and (b) IPCE action spectra of Au-NPs/SrTiO₃ electrode.

4. その他・特記事項 (Others)

・今後の課題

最適な金被覆率を導出し、Au/SrTiO₃ 界面の密着性の向上を図る。

・参考文献

[1] X. Shi, K. Ueno, N. Takabayashi, H. Misawa, *J. Phys. Chem. C*, **117**, 2494-2499 (2013).

[2] T. Teranishi et al. *Appl. Phys. Lett.*, **91**, 203107 (2007).

・共同研究者等 (Coauthor) : 石 旭、上野貢生、押切友也、三澤弘明

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし