

※課題番号 : F-12-HK-0020
※支援課題名 (日本語) : 銀ナノ構造を用いたプラズモン光電変換システムの構築
※Program Title (in English) : Plasmon-enhanced photocurrent generation system using silver nanostructures
※利用者名 (日本語) : 田村 義宏
※Username (in English) : Yoshihiro Tamura
※所属名 (日本語) : エクオス・リサーチ株式会社
※Affiliation (in English) : Equos Research Co., Ltd.

※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。我々は、北大電子研の三澤研究室と共同で、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を進めてきた [1]。本年度の共同研究では、可視・近赤外波長域において金ナノ粒子に比べて高い光電場増強効果を示す銀ナノ粒子に着目し、銀ナノ構造/酸化チタン電極による可視・近赤外波長域での光電変換特性を検討した。その結果、プラズモン共鳴波長近傍において高い光電変換効率を示すことが明らかになった。

※実験 (Experimental) :

単結晶酸化チタン基板 (0.05wt% Nb ドープ) 上にヘリコンスパッタリング装置を用いて 4 nm 銀を成膜し、減圧下 (約 5×10^{-5} Pa)、300°C で基板をアニールすることにより、平均粒径サイズ 20 nm の銀ナノアイランド構造を作製した。作製した構造の表面形状やサイズは、走査型電子顕微鏡を用いて確認を行った。光源として Xe ランプや太陽光シミュレーターを用い、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。作製した銀ナノアイランド/酸化チタン電極を作用電極、白金線を対極、および飽和カロメル電極 (SCE) を参照電極として測定を行った。また、必要に応じて、超高精度電子ビーム露光装置を用いて作製した金ナノ構造の実験結果と比較した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

図 1(a)に、作製した銀ナノアイランド構造の電子顕微鏡写真を示す。金ナノアイランド構造と同様に波長 620 nm 付近にプラズモン共鳴ピークを有することが明らかになった。また、作製した銀ナノアイランド/酸化チタン電極を用いて、光電変換特性を検討したところ、図 1(b)に示すように、プラズモン共鳴波長近傍において高い光電変換効率を有することが明らかになった。なお、波長 480 nm における IPCE の最大値は

1.96%となり、金ナノアイランド構造に比べて 4 倍ほど高い光電変換効率を有することが明らかになった [1]。

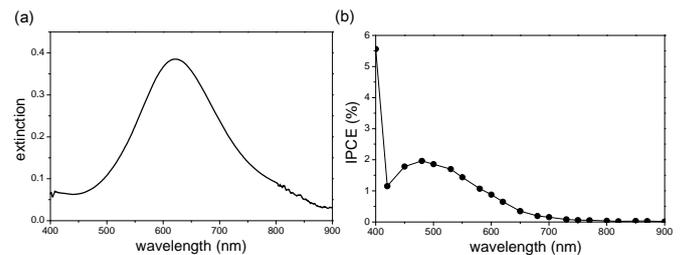


図 1 (a) 銀ナノアイランド構造のプラズモン共鳴スペクトル、(b) IPCE アクシヨンスペクトル

※その他・特記事項 (Others) :

今後の課題

原子層堆積装置により無機物のホール移動層を銀ナノアイランド/酸化チタン電極上に成膜し、全固体プラズモン太陽電池を構築する予定である。

参考文献

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

共同研究者等 (Coauthor) :

(エクオス・リサーチ株式会社) 高林 直生
(北大電子研) 鎌田 義臣、上野 貢生、三澤 弘明

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし

関連特許 (Patent) :

なし