

※課題番号 : F-12-HK-0019
※支援課題名 (日本語) : 金ナノアイランド/酸化チタン電極を用いた光電変換システム
※Program Title (in English) : Plasmon-enhanced photocurrent generation system using gold nanoisland loaded titanium dioxide photoelectrode
※利用者名 (日本語) : 高林 直生
※Username (in English) : Naoki Takabayashi
※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、局在表面プラズモン共鳴を示す金ナノ微粒子を用いて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いる。本年度の共同研究では、金属ナノ微粒子と酸化チタン単結晶界面の構造が界面電子移動に与える影響について透過電子顕微鏡によるイメージングにより明らかにした。

※実験 (Experimental) : 酸化チタン単結晶基板上にスパッタリング (ヘリコンスパッタ装置)、およびアニール法により金ナノアイランド構造を作製した。金を基板上に 3 nm 成膜し、窒素雰囲気下、150°Cまたは800°Cの条件で基板を加熱した。作製した金ナノアイランド/酸化チタン基板を作用電極、白金線を対極、飽和カロメル電極を参照電極として、光電気化学測定を行った。なお、電解質水溶液には過塩素酸カリウム (0.1 mol/dm³) 水溶液を使用した。

※結果と考察 (Results and Discussion) : いずれの電極においても波長 600~620 nm 付近にプラズモン共鳴バンドが観測された。また、800°Cで作製した電極の IPCE アクションスペクトルは、プラズモン共鳴バンドと同様に 600 nm 付近にピークを有し、プラズモン共鳴に基づいて光電流が観測されていることがわかった。一方、150°Cで作製した電極では、光電流が観測されなかった。このことから、金から酸化チタンへの電子移動が 150°Cで作製した電極では阻害されていることが一つの理由として考えられる。そこで、高分解能 TEM を測定し金/酸化チタン界面の形状を検討した。図 1 に 800°Cおよび 150°Cで作製した金ナノアイランド/酸化チタン電極界面の TEM 像を示す。800°Cで作製した基板は、金ナノアイランド構造と酸化チタン基板が原子レベルで密着しているのに対し、150°Cで作製した電極では、金と酸化チタン基板の間に数原子層の界面層の存在が確認された。電子エネルギー損失分光法により界面層の電子状態を追跡したところ、酸素欠陥を有する酸化チタンであることが明らかとなった。重要な点は、TEM 像や電子エネルギー損失分光法による測定結果から、800°Cでアニールして作製した電極

基板は金が酸化チタン単結晶表面と高い密着性をもってコンタクトしている点である。これらの結果から、本光電変換系において金ナノ構造を酸化チタン単結晶表面に原子レベルで密着させることが重要であることが明らかになった。

※その他・特記事項 (Others) : 今後の課題 : 電極の界面構造を最適化し、高い光電変換効率を有するプラズモン光電変換系を構築する。

共同研究者等 (Coauthor) :

(北大電子研) 石 旭、上野 貢生、三澤 弘明

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

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

関連特許 (Patent) :

特許出願中

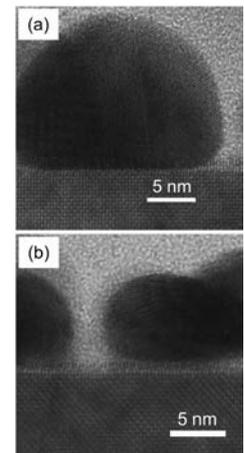


図 1 金/酸化チタン界面の TEM 像; 800°C (a), 150°C (b)