

課題番号 : F-16-HK-0069
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 局在表面プラズモン共鳴を用いた水の酸化反応の光強度依存性
 Program Title (English) : Light intensity dependence of oxidation reaction of water using localized surface plasmon resonance
 利用者名(日本語) : 中村 花
 Username (English) : H. Nakamura
 所属名(日本語) : 北海道大学情報科学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

金ナノ微粒子を担持した酸化チタン電極を用い、プラズモン誘起電荷分離に基づいて可視光を照射すると水の酸化反応が生じる。局在表面プラズモン共鳴における水の酸化反応の反応機構を明らかにするために、本実験では照射光強度を変化させることで酸化反応の反応次数について検討した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置(Picosun、SUNALE-R)、高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡

【実験方法】

石英(SiO₂)基板上に原子層堆積装置を用いて酸化チタン薄膜を 230 nm 成膜し、その上に真空蒸着法にて金薄膜を 3 nm 成膜した。その後水素雰囲気下でアニール処理を行うことで金ナノ粒子構造を作製した。金ナノ粒子の構造観察は走査型電子顕微鏡を用いて行った。作製基板の裏側に In-Ga 合金を塗布して銅板とオーミック接合して光電極とした。作製電極を用いて 3 電極系で光照射時の電流の特性を調べた。照射波長は 350 nm, 450 nm, 600 nm の 3 波長で行い光強度をそれぞれ変化させた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

350 nm の波長で酸化チタンを直接励起した場合、照射光強度を変化させると流れる光電流は比例して変化し、反応次数はおおよそ一次であった。金のバンド間遷移である 450 nm またはプラズモン共鳴に対応する波長である 600 nm で励起した場合、照射光強度が弱い領域では直接励起の場合と比較して、入射光子に対して効率的に光電流が生じており、プラズモンによる効率的な光電変換が見られた。また照射光強度が強い領域ではおおよそ一次反応を示していた。水の酸化反応は 4 電子反応であるが

三波長いずれにおいても 1 次反応を示していたということは、4 光子同時に入射したことによって 4 ホールが同時に生成するのではなく、逐次入射した光子によって生成したホールが 4 つ蓄積したことで水の酸化反応が起こると考えられる。酸化チタンにおける水の酸化反応の場合はホールは酸化チタン表面に捕捉され蓄積し、プラズモン誘起電荷分離による反応では、接合している半導体の表面準位にホールが捕捉され蓄積すると考えられる。これは、既存の種々のプラズモン誘起電荷分離に基づく水の酸化に関するデータと矛盾しない、合理的な仮説であると考えられる。

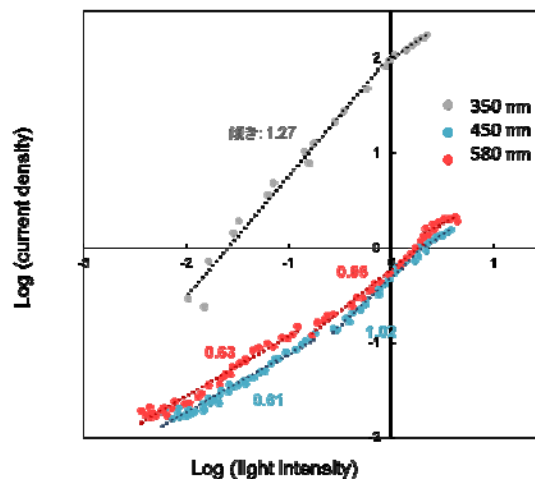


Figure 1. Logarithmic plots of the photocurrent density vs the light intensity. The inset numbers indicate the slope which represent the reaction order

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし