

課題番号 : F-19-HK-0038  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : プラズモン/ファブリ・ペローナノ共振器モード強結合電極の製造法の探索  
Program Title (English) : Optimization of fabrication process of photoelectrode under modal strong coupling condition  
利用者名(日本語) : 藤原修治、井原輝一  
Username (English) : Shuji Fujiwara, Terukazu Ihara  
所属名(日本語) : 日東電工株式会社  
Affiliation (English) : Nitto Denko Corporation  
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、形状・携帯観察、原子層堆積法、光電変換、人工光合成

## 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<sup>1</sup>。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、プラズモンとファブリ・ペローナノ共振器とが形成するモード強結合を示す光電極<sup>2</sup>が高い光吸収効率と電荷分離効率を示すことに着目し、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、モード強結合電極の光電変換特性の向上と、製造安定性の向上を目指し、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

ヘリコンスパッタリング装置

高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡

### 【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 100 nm を反射膜として成膜し、その上に 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 nm のチタンを成膜し、自然酸化により酸化チタン層を構築した。その後原子層堆積装置を用いて酸化チタン薄膜 28 nm を成膜し、さらに金薄膜を 3 nm の膜厚で蒸着・ア

ニールすることで金ナノ微粒子を作製した。最後に、原子層堆積装置を用いて酸化チタン薄膜 7 nm を成膜して金ナノ微粒子を酸化チタンで部分的に埋め込んだ。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 KOH 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)

作製した電極の吸収スペクトルと入射光電流変換効率の作用スペクトルを Figure 1. に示す。異なる二つのサンプルで、可視光領域においてモード強結合に基づくブロードな吸収と、光電流が観測された。吸収スペクトルは良い再現性を示したが、光電変換効率にはばらつきが見られたため、今後は作製工程の最適化によって再現性の向上を目指す。

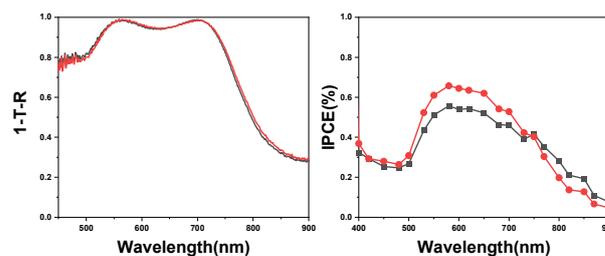


Figure 1. Absorption (left) and IPCE action spectra of gold nanoparticles/TiO<sub>2</sub>/gold film electrodes. Black and blue curves show different samples.

## 4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: Yangfeng Cao、押切友也、三澤弘明(北海道大学)

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし