

課題番号 : F-15-HK-0067
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : GaN 基板を用いたプラズモン人工光合成系の構築
 Program Title (English) : Construction of plasmon-induced artificial photosynthesis system using gallium nitride substrate
 利用者名(日本語) : 増永梨合花
 Username (English) : R. Masunaga
 所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

当研究室では、金ナノ構造／酸化チタン電極を作用電極として光電気化学測定を行うと、プラズモン共鳴スペクトルに対応して、波長 450～1300 nm の可視・近赤外光を高効率に光電変換できることを明らかにした^[1]。窒化ガリウムは、伝導帯の下端が酸化チタンやチタン酸ストロンチウムよりも負の位置にあり、二酸化炭素の還元などへの利用も期待される。そこで窒化ガリウム基板上に金ナノ構造を作製し、金ナノ構造／窒化ガリウム薄膜電極によるプラズモン誘起光電変換システムを構築し、光電変換特性を検討した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ヘリコンスパッタリング装置, 真空紫外光露光装置, 電界放射型走査型電子顕微鏡, X線光電子分光装置

【実験方法】

洗浄処理を行った窒化ガリウム薄膜基板上にヘリコンスパッタリング装置により厚さ 3 nm の金を成膜した後、窒素雰囲気下、800℃で 1 時間加熱することにより金ナノ粒子構造を作製した。洗浄処理の際に真空紫外光露光装置を用いて酸化処理を行った。作製した金ナノ粒子構造／窒化ガリウム薄膜電極を作用電極とし、対極に白金、参照電極に飽和カロメル電極、電解質溶液として 0.1 M 過塩素酸カリウム水溶液を用いて 3 電極系光電気化学測定を行った。さらに参照電極を除いて 2 電極系光電気化学測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

真空紫外光露光装置の酸化処理前後の窒化ガリウム基板の X 線光電子分光測定により、酸化処理後の表面の酸素存在比が増大し、酸化が確認された。作製した金ナノ粒子の平均粒径は酸化処理を行わない基板で 150 nm、処理した基板で 104 nm であった。Fig. 1 (left) に示す

ように金ナノ粒子径が大きいほどプラズモン共鳴スペクトルは長波長側に観測された。3 電極系光電気化学測定の結果、金ナノ粒子構造／窒化ガリウム薄膜電極において 0 V (vs SHE) で可視光照射による光電流が確認された。それぞれの基板についてプラズモン共鳴スペクトルと良い一致を示す IPCE アクションスペクトルが得られた(Fig. 1 (right))。

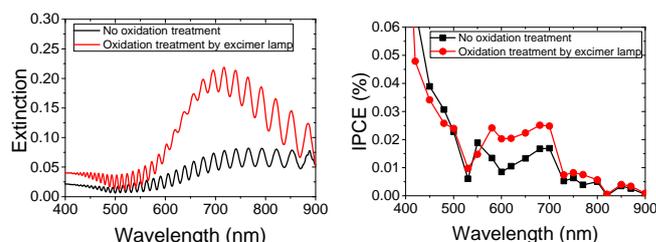


Fig. 1. Plasmon resonance spectra of AuNPs/GaN (left) and IPCE action spectra using AuNPs/GaN thin film electrode (right)

これはプラズモン共鳴により窒化ガリウムと金の界面で電荷分離が誘起され、光電流が発生しているためだと考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

[1] Y. Nishijima, K. Ueno, Y. Yokota, K. Murakoshi, H. Misawa, *J. Phys. Chem. Lett.*, **2010**, 1, 2031.

共同研究者 押切友也・上野貢生・三澤弘明

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 増永梨合花、他、2015 年光化学討論会, 大阪, 平成 27 年 9 月 11 日.
- (2) R. Masunaga et al., PACIFICHEM 2015, Honolulu, USA, December 18, 2015.

6. 関連特許(Patent)

なし