

課題番号 : F-20-HK-0027
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 金属ナノピラーアレイへの酸化チタン・金ナノ粒子の担持とその光電気化学特性評価
Program Title (English) : Photoelectrochemical properties of metallic nanopillar array coated by titanium dioxide and gold nanoparticles
利用者名(日本語) : 近藤敏彰¹⁾
Username (English) : T. Kondo¹⁾
所属名(日本語) : 1) 愛知工科大学工学部
Affiliation (English) : 1) Department of Mechanical Systems Engineering, Aichi University of Technology
キーワード/Keyword : ナノピラーアレイ、形状・形態観察、分析、成膜・膜堆積

1. 概要(Summary)

金属ナノ構造配列は局在表面プラズモン共鳴にもとづく光捕集効果を示すことから、光電変換系や人工光合成系への適応が期待されている。申請者と共同研究者はこれまでに、規則ナノポーラス構造を有する陽極酸化ポーラスチタニアと金属ナノ粒子のコンポジット構造の形成、および、水素生成系への応用に関して検討を行ってきた。本研究では、光電変換効率の更なる向上を目指し、酸化チタンをコートした金属ナノピラーアレイの形成とプラズモン光電極への応用に関して検討を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置 (SUNAL-R, R-200 Advanced)、超高分解能走査型電子顕微鏡 SU8230、光干渉式膜厚計 F20-UV

【実験方法】

金属(Au, Au/Ag)ナノピラーアレイの形成は、自己組織化材料の一つである陽極酸化ポーラスアルミナをテンプレートとした電解析出法により行った。ナノピラーアレイの幾何学形状は、陽極酸化ポーラスアルミナの細孔径や細孔配列間隔、金属の電解析出条件を変化させることで精密に制御した。原子層堆積(ALD)法により、ナノピラーアレイの表面に TiO₂ 層を形成した後、Au ナノ粒子 (Au-NPs)を化学還元により担持し、Au-NPs/TiO₂/金属ナノピラー電極を作製した。作製した電極に対して、超高分解能走査型電子顕微鏡(SEM)による表面構造観察、光干渉式膜厚計による反射スペクトル測定、水溶液中での 3 電極系(作用電極:Au-NPs/TiO₂/金属ナノピラー電極、参照電極:Ag/AgCl、対極:Pt、0.1 M KClO₄ 水溶液中)での光電気化学計測による光電変換

特性についての評価を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Au-NPs/TiO₂を被覆する前後の SEM 像を Figure 1 に示す。被覆前後でナノピラーの表面形状が明確に変化し、金属柱が半導体と Au-NP で覆われていることが分かる。またその反射スペクトルから、TiO₂で被覆すると 550~1000 nm での光吸収率が大幅に増大し、光閉じ込め効率が向上することが明らかとなった。また、Au-NPs/TiO₂/金属ナノピラー電極を用いた光電気化学計測の結果から、500~800 nm の可視光領域で水の酸化に基づく光電流が観測されたことから作製した電極上でプラズモン励起によって誘起されるホットキャリアの生成とその電荷分離に基づく光電気化学反応が進行することが実証された。

今後は、金属ピラーの材質、形状、配列を系統的に変化させ、その近傍で誘起される光学モードを制御し、プラズモンとの相互作用を最大化することで高効率光電気化学反応系の構築を目指す。

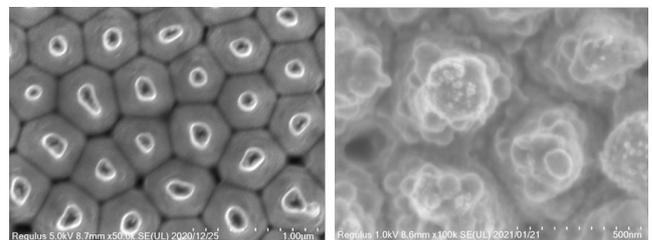


Figure 1. SEM images of Au nanopillar array before (left) and after (right) TiO₂/Au-NP coating.

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者

三澤弘明、押切友也、古屋和樹(北大電子研)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし