

課題番号 : F-21-HK-0033
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学特性評価
Program Title (English) : Optical properties of metallic nanopillar array coated by titanium dioxide and gold nanoparticles
利用者名(日本語) : 近藤敏彰
Username (English) : Toshiaki Kondo
所属名(日本語) : 愛知工科大学工学部
Affiliation (English) : 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。特に今年度は基材となるナノピラーアレイの構造規則性の向上が光学特性に与える影響について検討した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置(粉末対応型) 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】

Au 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鋳型とした電析析出法により行った。電子線リソグラフィーを用いて精密加工した Ni モールドを用いる陽極酸化プロセスにより、ナノピラーアレイの直径および周期性を精密制御した。原子層堆積(ALD)法により、ナノピラーアレイの表面に TiO_2 層を 30 nm 形成した後、Au ナノ粒子(Au-NPs)を化学還元により担持し、さらに TiO_2 層 4 nm を追加成膜して Au-NPs を部分的に埋め込んだ $\text{TiO}_2/\text{Au-NPs}/\text{TiO}_2/\text{Au}$ 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を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

$\text{TiO}_2/\text{Au-NPs}/\text{TiO}_2$ を被覆する前後の SEM 像を Figure 1 に示す。被覆前の SEM 画像から、Au ナノピラーが高い規則性を持って周期構造を形成していることが分かる。また被覆後では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。またその反射率から求めた吸収スペクトルから、 TiO_2 で被覆した後は 400~1000 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。さらに明確な吸収ピークが複数観測されたことから TiO_2 被覆 Au ナノピラーが固有の光学モードを有すること、さらに Au-NPs 担持後により吸収ピークのブロードニングが観測されたことから、Au-NPs のプラズモン共鳴と TiO_2 被覆 Au ナノピラーの光学モードとの相互作用が示唆された。

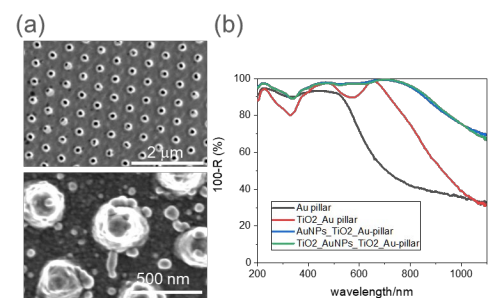


Figure 1. (a) SEM images of Au nanopillar array before (upper) and after $\text{TiO}_2/\text{Au-NP}/\text{TiO}_2$ coating. (b) Absorption spectra of Au nanopillars.

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(北海道大学)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし