

課題番号 : F-20-HK-0039
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : モード超強結合電極の構築とそのホットエレクトロン移動挙動の観測
Program Title (English) : Fabrication of modal ultra-strong coupling anode and observation of its hot-electron transport phenomena
利用者名(日本語) : 菅浪 誉騎¹⁾
Username (English) : Yoshiki Suganami¹⁾
所属名(日本語) : 1) 北海道大学大学院情報科学院
Affiliation (English) : Graduate School / Faculty of Information Science and Technology, Hokkaido University
キーワード/Keyword : TiO₂, 光電変換、形状・形態観察、分析、成膜・膜堆積、水の酸化反応

1. 概要(Summary)

金ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴(LSPR)よりも高い振動子強度を持つ金銀合金ナノ粒子とファブリペロー(FP)ナノ共振器とのモード強結合形成条件を検討した。さらに、モード超強結合型光電極を用いて、水の酸化反応における光電変換効率と結合強度の相関に関する検討を行った。

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, ヘリコンスパッタリング装置 MPS-4000C1/HC1, 光干渉式膜厚計 F20-UV

【実験方法】

金銀合金ナノ粒子をFPナノ共振器上に担持し、モード超強結合を形成させた光電極の構築、およびその光電変換特性の評価を行った。

①金反射膜の作製

ヘリコンスパッタ装置を用いて SiO₂ 基板上に FP ナノ共振器の反射膜作製のため、チタン 2 nm, 金 100 nm, チタン 2 nm の順に連続成膜した。

②酸化チタンの成膜

原子層堆積装置にて酸化チタンを 21 nm 成膜し FP ナノ共振器を作製した。酸化チタンの膜厚の計測には光環境式膜厚計を使用した。

③金銀合金ナノ粒子の作製と表面観察

蒸着装置を用いて酸化チタン上に Ag 3.5 nm, Au 1.5 nm を成膜後、400°C で 10 時間アニールし金銀合金ナノ粒子を作製した。その後金銀合金ナノ粒子を原子層堆積法により 7 nm 酸化チタンで埋め込んだ。超高分

解能走査型電子顕微鏡を用いて表面観察を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

金銀合金ナノ粒子を担持した FP ナノ共振器の超高分解能走査型電子顕微鏡像を Fig.1a に、光環境式膜厚計を用いて反射率を計測して得た吸収スペクトルを Fig.1b に示した。吸収スペクトルから、モード超強結合形成特有の吸収ピークの分裂が確認された。また水酸化カリウム水溶液中での光電気化学測定において、可視光平均の光電変換効率は金ナノ粒子を担持した場合と比較して約 1.7 倍の向上を示し、超強結合の形成により水の酸化反応の高効率化に成功した。

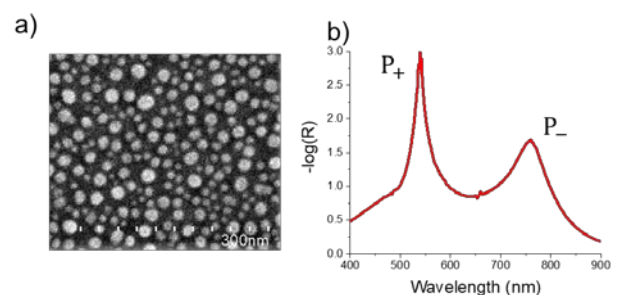


Figure 1. SEM image (a) and absorption spectrum (b) of AuAg nanoparticles on FP nanocavity

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者

押切友也, 石旭, 三澤弘明 (北海道大学)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

Y. Suganami et al., 2020 年光化学討論会, 2020 年 9 月 9 日

Y. Suganami et al., The 21st RIES-HOKUDAI International Symposium "間"[ma], 2020 年 12 月 10 日

6. 関連特許(Patent)

なし。