

課題番号 : F-19-HK-0041
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 酸化コバルト薄膜を p 型半導体として用いたプラズモン光電変換系の構築
Program Title (English) : Fabrication of plasmon photoelectric conversion system using cobalt oxide as p-type semiconductor
利用者名(日本語) : 清水風希
Username (English) : Fuki Shimizu
所属名(日本語) : 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 : 成膜・膜堆積、光電変換、P 型半導体

1. 概要(Summary)

金ナノ微粒子(Au-NPs)を担持した n 型半導体によるプラズモン光陽極は、その光捕集能を活用した様々な光化学反応に利用されている。一方、プラズモン金属と p 型半導体を組み合わせた光陰極の電荷分離効率は極めて低く、化学反応に用いることは困難であった¹。最近我々は、Au-NPs による局在表面プラズモン共鳴 (LSPR)モードと酸化チタン薄膜と金反射膜から構成されるファブリペロー (FP) ナノ共振器モードとをモード強結合させた光陽極を構築することで、水の酸化反応の量子収率が向上することを発見した²。本研究では、p 型半導体である酸化コバルト膜(CoO)と白金(Pt)膜からなる FP ナノキャビティを構築し、金ナノ微粒子が示す LSPR と相互作用させることで、高効率に光還元反応を進行可能な光陰極の作製を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

半導体薄膜堆積装置
ヘリコンスパッタリング装置
電界放射型走査型電子顕微鏡

【実験方法】

ニオブをドーパしたチタン酸ストロンチウム (SrTiO₃) 基板上に白金薄膜をスパッタリングにより 100 nm 成膜した。その上から酸化コバルト (CoO) 薄膜をパルスレーザー堆積装置(PLD)で酸素分圧 1.0 × 10⁻² Pa、基板を 650 °C で加熱しながら 220 nm 成膜することで CoO / Pt ファブリペロー共振器を作製した。その後、作製した共振器上に金薄膜を 3 nm 真空蒸着により成膜し大気雰囲気中で 300 °C, 2 h アニールを行うことで金ナノ粒子 (Au Nanoparticles(NPs)) を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したサンプルの表面の電界走査型顕微鏡(SEM)像と吸収スペクトルを Figure 1. に示す。SEM 像より直径 5 nm 程度の粒子が形成されていることが分かる。また、吸収スペクトルより、AuNPs/CoO/Pt は FP キャビティ、AuNPs 単独よりもブロードな吸収を示し、ナノ共振器と LSPR が相互作用している可能性が示唆された。今後は、作製した光陰極の光電変換特性について検討する。

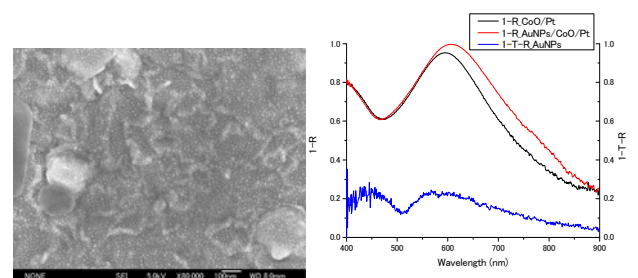


Figure 1. (left) The SEM image of AuNPs/CoO/Pt. (right) The absorption spectra of AuNPs/CoO/Pt, CoO/Pt, AuNPs/CoO.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

- (1) J. S. DuChene, G. Tagliabue, A. J. Welch, W. H. Cheng, H. A. Atwater, *Nano Lett.* 2018, 18, 2545.
 - (2) X. Shi, K. Ueno, T. Oshikiri, Q. Sun, K. Sasaki, H. Misawa, *Nat. Nanotechnol.* 13, 953-958 (2018).
- 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)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし