

課題番号 : F-16-HK-0058  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 拡散電位を制御したプラズモン太陽電池の構築  
Program Title (English) : Construction of plasmonic solar cells with controlled diffusion potential  
利用者名(日本語) : 澤柳 博樹  
Username (English) : H. Sawayanagi  
所属名(日本語) : 北海道大学情報科学研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

## 1. 概要(Summary)

プラズモン太陽電池の発電効率向上に向けて、本研究では光電変換において重要な要因である開放電圧の向上に焦点を当てた。pn 接合の際、 $\text{TiO}_2$ より大きな拡散電位が期待されるチタン酸ストロンチウム( $\text{SrTiO}_3$ )を n 型半導体とし、 $\text{SrTiO}_3$ とアルミン酸ランタン( $\text{LaAlO}_3$ )のヘテロ構造を組み込むことで、拡散電位の制御を試みた。このヘテロ構造は  $\text{SrTiO}_3$ の終端面の違いによって電気的特性が変化することがわかっている。この拡散電位制御がプラズモン太陽電池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】

ヘリコンスパッタリング装置 (アルバック、MPS-4000C1/HC1)、高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡 (日本電子、JSM-6700FT)、半導体薄膜堆積装置 (パスカル、PAC-LMBE)、集束イオンビーム加工観察装置 (日立、FB-2100)、高分解能 X 線回折装置 (ブルカー・エイエックスエス、D8 Discover)、収差補正走査型透過電子顕微鏡 (日本電子、JEM-ARM200F)、ソーラシミュレータ (ワコム電創、WXS-156S-L2,AM1.5GMM)

### 【実験方法】

終端面( $\text{TiO}_2$ 面,  $\text{SrO}$ 面)を制御した  $\text{SrTiO}_3$ 基板((100)、0.05wt%Nb ドープ)に、パルスレーザー堆積装置(PLD)を用いて金薄膜を 1.75 nm 成膜し、アニールすることで金ナノ構造を形成した。その上から、界面ダイポール層として  $\text{LaAlO}_3$ を原子層 1 層相当成膜し、ホール移動層として  $\text{NiO}$ を 100 nm 成膜することで、全固体プラズモン太陽電池を構築した。太陽電池特性の測定には、ソーラシミュレータと電気化学アナライザーを使用した。太陽電池の断面構造の評価は、集束イオンビーム加工観察装置と収差補正走査型透過電子顕微鏡 (STEM) を用いて行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 の断面 STEM 像と電子エネルギー損失分光 (EELS) から、pn 接合界面に原子層レベルで  $\text{LaAlO}_3$ が成膜され、その結晶格子は  $\text{SrTiO}_3$ の構造を維持して成膜されていることがわかった。また、 $\text{SrTiO}_3$ の終端面の違いによって拡散電位を増加、減少させることで、これに対応して太陽電池の開放電圧も増加、減少することが明らかとなった。

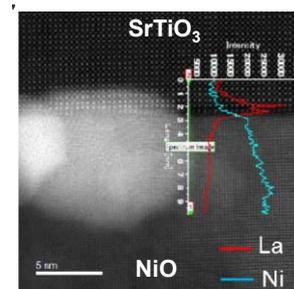


Figure 1. The STEM image and the EELS line profile of cross-section of  $\text{SrTiO}_3/\text{Au-NPs}/\text{LaAlO}_3/\text{NiO}$ .

## 4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者:押切友也、上野貢生、三澤弘明(北大電子研)

・関連文献:

- (1)澤柳 博輝、中村 圭佑、押切 友也、上野 貢生、三澤弘明、2016 年光化学討論会、東京大学、9 月(2016)
- (2)澤柳 博輝、中村 圭佑、押切 友也、上野 貢生、三澤弘明、HOKUDAI-NCTU Joint Symposium on Nano, Photo and Bio Sciences in 2016, 北海道大学、10 月(2016)

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし