

課題番号 : F-13-BA-12
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 酸化物半導体を用いたソーラーセルの検討
Program Title (English) : Investigation of Oxide Semiconductor Solar Cells
利用者名 (日本語) : 野田周一
Username (English) : S. Noda
所属名 (日本語) : 産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門エマージングデバイスグループ
Affiliation (English) : Emerging Device Group, Nanoelectronics Research Institute, AIST

1. 概要 (Summary)

環境調和性の高い、低コスト、高効率の創エネルギーデバイスの実現を目指して、 $\text{Cu}_2\text{O}/\text{ZnO}$ ヘテロ接合型太陽電池を継続して研究している[1]。光吸収層となる Cu_2O の結晶性はセルの性能を大きく左右し、理想的には 1000°C を超える高温処理が必要とされるが、低温薄膜デバイスプロセスでの作製を可能とするため、比較的低温での多結晶薄膜の形成制御と膜評価、およびこの多結晶膜を用いた太陽電池セルを試作し、光電特性との相関を詳細に調べた。その結果、結晶配向を揃えた多結晶 Cu_2O 薄膜では、比較的低温で低い条件でも単結晶に匹敵する分光学的特性と量子効率を得られる可能性があることが示された。

2. 実験 (Experimental)

Cu_2O 薄膜層は、 Cu_2O ターゲットを用いた RF マグネトロンスパッター装置を用いて、(111)面配向した Pt 下部電極上に 200nm 堆積した後、急速熱加熱装置 (RTA) を用いて Ar 雰囲気中で 600°C 、30 秒間再結晶化することにより形成した。 ZnO 層は同じスパッタ装置で、上部電極は真空蒸着装置により形成して太陽電池セルを作製した。作製したセルの断面構造と多結晶粒の形成状態を FIB-SEM によって観察した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 は FIB-SEM で作製、観察した太陽電池素子の断面構造を示す。FIB 加工により劈開に伴う変形のない断面が簡単に作製でき、SEM 像 (走査電子ビーム励起二次電子像 (左)) では室温で形成した滑らかなヘテロ接合界面を確認することができた。SIM 像 (走査イオンビーム励起二次電子像 (右)) では Cu_2O 多結晶膜を構成する各結晶粒の形状と境界を確認することができ、薄い 200nm の膜厚方向は、ほぼ単一

の結晶粒になっていることが分かった。本形成方法による Cu_2O 膜では、X 線回折による評価から各結晶粒は(111)面配向していることが確認されている。また、この構造での太陽電池では、吸収された入射光に対し数 10% の量子効率を得られること確認されている。低温形成の Cu_2O 多結晶膜は結晶粒が小さく、粒界でのキャリア再結合によるロスが大きな問題となるが、膜厚方向 (キャリア輸送方向) の結晶粒構造を高精度に制御することにより、形成温度を比較的低温に抑えながら高効率の太陽電池を形成できる可能性がある。

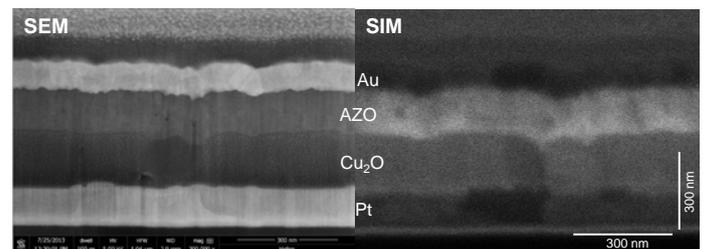


Fig. 1. Cross-sectional views of Cu_2O solar cell prepared and observed with a FIB-SEM system at viewing angle of 52° . Scanning electron micrograph (left) shows the cell structure and scanning ion micrograph (right) shows appearance of grains in each layer.

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献[1] S. Noda, H. Shima and H. Akinaga, J. Phys. Conf. Ser. Vol. 433 (2013) 012027.

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) S. Noda, H. Shima and H. Akinaga, AIP Conf. Proc. Vol. 1585 (2014) p.p. 9-20.
- (2) S. Noda, H. Shima and H. Akinaga, The Irigo Conference 2013, 平成 24 年 11 月 25 日.

6. 関連特許 (Patent)

- (1) 野田、島、秋永, “被膜形成方法”, 特開 2013-104102, 平成 25 年 5 月 30 日