

非晶質酸化物半導体をバッファ層とした CIGS 太陽電池の特性

Photovoltaic properties of Cu(In,Ga)Se₂ solar cells with transparent amorphous oxide semiconducting buffer layers

産総研 ○鯉田 崇, 高橋 秀樹, 上川 由紀子, 山田 昭政, 柴田 肇, 仁木 栄

AIST ○Takashi Koida, Hideki Takahashi, Yukiko Kamikawa, Akimasa Yamada, Hajime Shibata, Shigeru Niki

E-mail: t-koida@aist.go.jp

Cu(In,Ga)Se₂(CIGS)太陽電池のバッファ層として CdS, Zn(O,OH,S), Zn(O,S), ZnMgO, ZnSnO などの材料が用いられている。これらバッファ層の役割は、CIGS 内部への Cd あるいは Zn 拡散による CIGS 表面の n 型反転、CIGS/バッファ層界面での伝導帯不連続量制御による太陽電池性能低下の抑制などが挙げられる。一方、非晶質透明酸化物半導体(TAOS)は室温製膜においても半導体として機能し、酸素欠損量により電子濃度の制御が可能である。構成元素の陽イオンの種類あるいはその組成比により禁制帯幅及び伝導帯底のエネルギーを制御でき、バッファ層/CIGS 界面での伝導帯不連続量制御が可能である。また、バッファ層/CIGS 界面の構造は非晶質/多結晶となり、多結晶/多結晶界面と比べ、再結合中心密度の抑制も期待できる。それ故、TAOS を CIGS 太陽電池のバッファ層として用いた場合、短波長感度の増大、開放端電圧の増加などを期待できる。本報告では、各種 TAOS (主に a-In-Ga-O 系) をバッファ層とした CIGS 太陽電池を形成し、構成元素の種類および組成比を変化させた際 TAOS/CIGS ヘテロ接合型太陽電池の性能がどのように変化するかを調べた取り組みについて述べる。

作製したセル構造は Al grid/ZnO:Al(360nm)/ a-In_{2-2x}Ga_{2x}O₃(0.6≤x≤1, 60nm)/CIGS(2μm)/Mo/SLG、CIGS 層の Cu/(In+Ga)比は 0.89、Ga/(Ga+In)比は 0.33 である。TAOS 薄膜は RF マグネトロンスパッタ法により非加熱で形成し、一部のセルは、窒素雰囲気中 190℃にてアニール処理を施した。比較試料として Al grid/ZnO:Al/ZnO(50nm)/CdS(60nm)/CIGS/Mo/SLG も併せて作製した。

図に x を変化させたときのポストアニール前後および光照射後のセル特性の変化を示す。開放端電圧(V_{oc})は x と共に増大し、ポストアニール及び光照射後のセル(x=0.9,1)では比較試料と同等の値を示している。a-In_{2-2x}Ga_{2x}O₃ 薄膜の Tauc ギャップは x の増加により 3.2(x=0.6)から 4.2(x=1)eV と増加していること、TAOS の伝導帯底のエネルギーは主として陽イオンの種類およびその組成比に依存することから、 V_{oc} の挙動は a-In_{2-2x}Ga_{2x}O₃/CIGS の伝導帯不連続量の変化によるものと思われる。一方、a-In_{2-2x}Ga_{2x}O₃ セルは比較試料より高い短絡電流密度(J_{sc})を示しており、その要因は短波長感度増大であることを確認している。これらの結果は、TAOS が CIGS 太陽電池の n 型バッファ層として有効であり、適切な陽イオンおよびその組成比を選択することで高 Ga 組成 CIGS 太陽電池においてもヘテロ界面の伝導帯不連続量を制御し得ることを示唆している。なお、図に見られる低い曲線因子(FF)、それに伴う低い変換効率は今後の課題である。

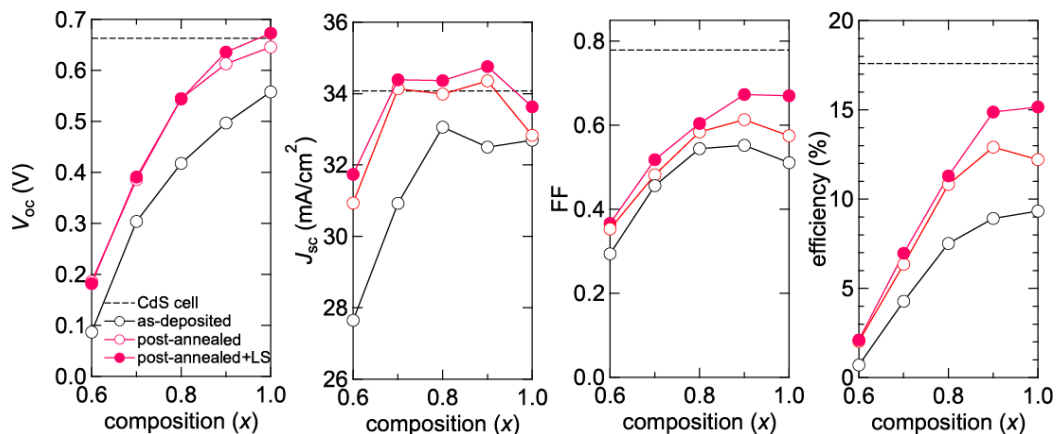


図 ポストアニール前後および光照射後の a-In_{2-2x}Ga_{2x}O₃(0.6≤x≤1)バッファ層を用いた CIGS 太陽電池の特性。点線は i-ZnO/CdS バッファ層を用いた比較用太陽電池の特性。