

Zn_{1-x}Ge_x-O 多元系酸化物薄膜を n 形層に用いる p 形 Cu₂O 系ヘテロ接合太陽電池

Fabrication of p-Cu₂O based heterojunction solar cells using multicomponent
n-type Zn_{1-x}Ge_x-O thin films

金沢工大 OEDS R&D センター ○ 西 祐希, 山崎丞路, 宮田俊弘, 南 内嗣
OEDS R&D Center, K I T ○ Y. Nishi, J. Yamazaki, T. Miyata and T. Minami

E-mail : y_nishi@neptune.kanazawa-it.ac.jp

【はじめに】我々は, p 形 Cu₂O 系ヘテロ接合太陽電池において, n 形半導体層として Zn_{1-x}Ge_x-O 多元系酸化物薄膜を用いることにより, 変換効率が大幅に改善できることを報告している¹⁾. 本発表では, AZO/n 形 Zn_{1-x}Ge_x-O 薄膜/p 形 Cu₂O シート構造太陽電池において, 得られる光起電力特性と Zn_{1-x}Ge_x-O 薄膜の Ge 組成(X)(X;Ge/(Ge+Zn)原子比)及び成膜条件との関係について詳細に検討したので報告する.

【実験方法】基板兼活性層には多結晶 p 形 Cu₂O もしくは Cu₂O:Na シート(厚さ約 200 μm) を用いた. Zn_{1-x}Ge_x-O 薄膜及び AZO 透明導電膜はパルスレーザー蒸着(PLD)法を用いて作製した. Zn_{1-x}Ge_x-O 薄膜は Ge 組成を 0-1 の範囲で変化させて作製したターゲットを用いて導入酸素ガス圧; 0-8Pa, 膜厚 30-100nm の成膜条件下で作製された. その後, AZO 透明導電膜が膜厚約 200nm に形成された. 作製された太陽電池の光起電力特性は, AM1.5G(100mW/cm²)光照射下でデバイス温度を 25°C に保持し評価した.

【結果と考察】PLD 法を用いて室温の Cu₂O:Na(p:10¹⁵cm⁻³)シート上に酸素ガス圧 4Pa, で形成した Zn_{1-x}Ge_x-O 薄膜中の Ge 組成(X)(X;Ge/(Ge+Zn)原子比)は, ターゲットの Ge 組成とかなり, 異なり高くなった. 図 1 に, 上記の成膜条件下で Zn_{1-x}Ge_x-O 薄膜(厚さ 50nm)を形成して作製した AZO/n 形 Zn_{1-x}Ge_x-O/p 形 Cu₂O:Na 太陽電池の開放端電圧(Voc), 短絡電流密度(Jsc), 曲線因子(FF)及び変換効率(η)の膜中の X 依存性を示している. 同図から明らかなように, Voc は X の増加とともに上昇し, 62%において 1.2V を実現した. また, Jsc は Ge 組成が 49%, FF は 30%でそれぞれ最大となり, いずれも 77%以上で

は急激に減少した. したがって, η も Ge 組成が 62% において最大値(6.67%)となり, 最適 Ge 組成が三元化合物である Zn₂Ge₄O の Ge 組成 33%よりも大幅に高いことがわかった. 上記の結果は n-Zn_{1-x}Ge_x-O/Cu₂O:Na ヘテロ接合において形成される, 伝導帯不連続(ΔEc)の大きさによって説明される. すなわち Ge 組成の増加に伴って ΔEc が減少し, Ge 組成 62%において ΔEc は最小値(約 0.03eV)となった. また, Ge 組成 66%以上では TYPE I のヘテロ接合が形成され p 形 Cu₂O 側から n 形半導体層側への電子の移動が抑制され FF 及び Jsc が低下したと推察される.

【まとめ】n 形層として導入する Zn_{1-x}Ge_x-O 薄膜の X が 62%において ΔEc が減少して高い変換効率が実現できることが分かった.

1) T. Minami, Y. Nishi, and T. Miyata, Appl. Phys. Express 8, 022301 (2015).

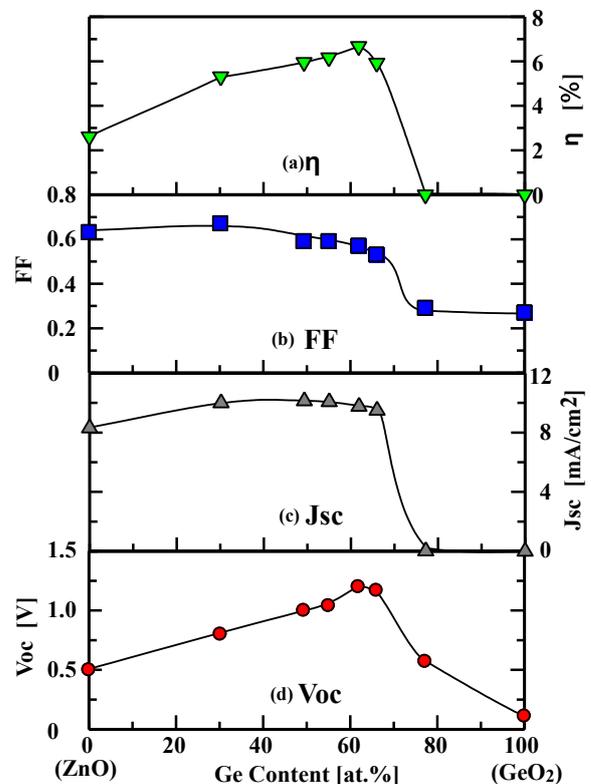


図 1 η, FF, Jsc 及び Voc の Ge 組成依存性