

Cu₂O:Na 基板を用いた n 形多元系酸化物/Cu₂O:Na ヘテロ接合太陽電池の光起電力特性

Photovoltaic properties of n-type multi-component oxides/Cu₂O heterojunction solar cells fabricated using Cu₂O:Na Sheet

金沢工大 OEDS R&D センター ○ 西 祐希, 宮田俊弘, 南 内嗣

OEDS R&D Center, K I T ○ Y. Nishi, T. Miyata and T. Minami

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

【はじめに】我々は, Cu₂O 中に Na を添加する熱処理の条件(温度と時間)を制御することによって, ホール濃度(p)を 10^{13} - 10^{19} [cm⁻³]の範囲でコントロールできたと報告している. また, これらの Cu₂O:Na シートを活性層兼基板に応用した MgF₂/Al ドープ ZnO(AZO) 透明電極/n-Ga-Al-O/p-Cu₂O:Na ヘテロ接合太陽電池において p-Cu₂O:Na 中の p は 10^{15} [cm⁻³]程度が最適であると明らかにし, 6.10[%]の変換効率を実現したと報告している¹⁾. 本発表では, Cu₂O:Na 基板上に n 形半導体層として 3 元化合物を含む各種の多元系酸化物薄膜を形成して作製したヘテロ接合太陽電池の光起電力特性を述べる.

【実験方法】多結晶 p-Cu₂O 基板は, Cu 板を約 1025[°C]で熱酸化して作製した. Na の添加は, p-Cu₂O 基板を各種の Na 化合物(NaCl, NaI, NaF, Na₂CO₃ 等)と共に Ar ガス雰囲気中で, 400-1000[°C], 1-100[h]の熱処理により実施された. Al 添加 ZnO(AZO)及び多元系酸化物薄膜はパルスレーザー蒸着(PLD)法や電気化学溶液堆積法(ECD)等を用いて形成された. 光起電力特性は, AM1.5G (100 [mW/cm²]) 照射下でデバイス温度を 25[°C]に保持して測定した.

【結果と考察】PLD 法で使用する多元系酸化物及び 3 元化合物焼結体ペレットは, 構成する粉末材料を調製後にコールドプレス法で成形後 Air 中で焼結した. n 形層は真空もしくは酸素ガスを導入しながら PLD 法を用いて室温の Cu₂O 基板上に形成した. 図 1 に p が 10^{15} [cm⁻³]を有する Cu₂O:Na 基板上に n 形半導体層として 3 元化合物を形成して作製した AZO/3 元化合物/Cu₂O:Na 太陽電池を照射下で評価し電流密度(J)-電圧(V)特性を示す. 同図から明らかなように使用した 3 元化合物の種類によってヘテロ接合太陽電池の得られる光起電力特性が大きく影響された. 今回検討した 3 元化合物では ZnGa₂O₄ が最も高い Voc 及び Jsc を実現できた. 次に多元系酸化物薄膜である (Ga_{0.975}Al_{0.025})₂O₃ 及び AGMZO(Al:Ga:Mg:Zn=10:60:10:20[at.%])を形成し, その後 AZO 透明導電極形成後に反射防止膜として MgF₂ 真空蒸着法を用いて形成して作製した MgF₂/AZO/多元系酸化物薄膜/Cu₂O:Na(p: 10^{15} [cm⁻³])を照射下で測定した J-V 特性を図 2 に示す. n 形層に AGMZO 薄膜を採用した太陽電池では 0.96[V]の高い Voc を実現できた. しかし, n 形層の抵抗率増大に起因する直列抵抗 Rs の増大によって FF が低下したため得られた変換効率は 5.4[%]であった. また, (Ga_{0.975}Al_{0.025})₂O₃ 薄膜では 0.69 の高い FF と 6.25[%]の最高変換効率を実現できた.

【まとめ】MgF₂/AZO/(Al_{0.025}Ga_{0.975})₂O₃/Cu₂O:Na(p: 10^{15} [cm⁻³])ヘテロ接合太陽電池において Cu₂O 系太陽電池において報告されている中で最も高い変換効率 6.25[%]を実現できた. Cu₂O 薄膜を形成したヘテロ接合太陽電池についての詳細は当日に報告する予定である.

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

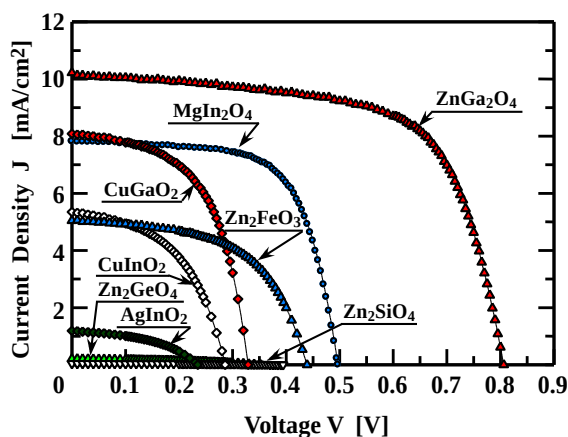


図 1 照射下で測定したヘテロ接合太陽電池の J-V 特性

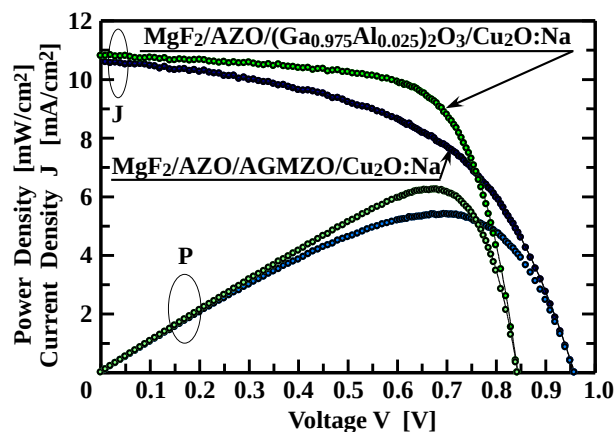


図 2 照射下で測定したヘテロ接合太陽電池の J-V 及び P-V 特性