

三段階法におけるインターバル時間導入による Cu(In, Ga)Se₂ 太陽電池の高効率化

High Efficiency Cu(In,Ga)Se₂ Solar Cells by Introducing Interval Time in the Three-stage Process

東工大院理工¹, 東工大工学院²

○(D)西村 昂人¹, (M2)土岐 爽真¹, (M1)杉浦 大樹², 中田 和吉², 山田 明²

Dept. of Physical Electronics, Tokyo Tech.¹, Dept. of Electrical and Electronic Eng., Tokyo Tech.²

○Takahito Nishimura¹, Soma Toki¹, Hiroki Sugiura², Kazuyoshi Nakada², Akira Yamada²

E-mail: nishimura.t.ak@m.titech.ac.jp

【はじめに】多結晶材料は、表面凹凸及び多数の結晶粒界を有しており、太陽電池に応用した場合、これらにおいてキャリア再結合が生じる。多結晶 Cu(In,Ga)Se₂ (CIGS)太陽電池の性能向上のためには、n型バッファ層/CIGS 界面、CIGS 結晶粒界における界面制御技術の実現が必須の課題となる。本研究ではこれまで、構造界面において Cu(In,Ga)₃Se₅等の低 Cu 組成の異相 (Cu 欠損層)が存在することにより、価電子帯オフセット(ΔE_V)が形成され、正孔濃度が低下し、キャリア再結合の抑制に繋がることを明らかにしている^[1]。今回は、界面再結合の抑制に向け、積極的に Cu 欠損層を導入する為の新たなアプローチを提案する。

【実験方法】Al/B:ZnO/i-ZnO/CdS/CIGS/Mo/SLG 構造を有する CIGS 太陽電池を作製した。CIGS 薄膜は、MBE 装置を用いて三段階法により製膜した。このとき、平均組成が Ga/(Ga+In) ~ 0.25、Cu/(Ga+In) ~ 0.8 となるよう制御した。ここで、三段階法において一時的に形成される Cu₂Se 相の組成制御を施すために第 2 段階目直後に Se のみを照射するインターバル時間(t_{Se})を設けた。

【結果と考察】Fig. 1 に、 t_{Se} 無しの場合と $t_{Se} = 5\text{min}$ を導入した場合の CIGS 太陽電池の電流密度-電圧特性を示す。図から分かるように、開放電圧、及び曲線因子の大幅な向上が見られた。これは、 t_{Se} 導入プロセスが Cu 欠損層の形成に寄与し、 ΔE_V による界面改質の効果が得られたことを示唆する結果である。以上より、通常の手法により作製した CIGS 太陽電池の変換効率が 17.8%であったのに対し、 $t_{Se} = 5\text{min}$ の場合において最高効率 19.8% を達成した。当日は、新規に提案した CIGS 成長モデルを挙げ、第 2 段階目に存在する Cu₂Se 相と Cu 欠損層形成との因果関係について議論する。

【謝辞】本研究は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の支援により実施されたものであり、関係者各位に感謝する。

[1] T.Nishimura *et al.* Jpn. J. Appl. Phys.54, 08KC08 (2015).

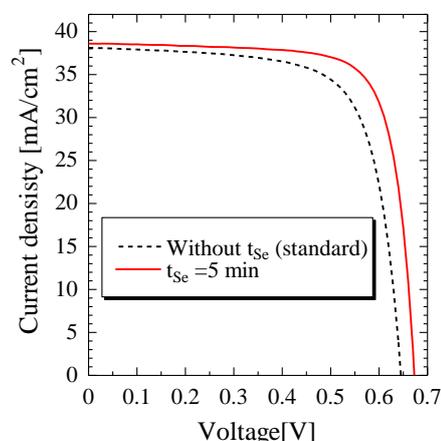


Fig. 1. Current density–Voltage characteristics of CIGS solar cells without t_{Se} (black dashed line) and with t_{Se} of 5 min (red solid line).