

Cu(In,Ga)Se₂ 太陽電池における n 層一体型 Zn-Ge-O の開発

Development of integrated Zn-Ge-O n-layer for CIGSe solar cells

東工大工学院¹ (M2) 山田 裕太郎¹, 鈴木 陽太¹, 西村 昂人¹, 山田 明¹

Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Tech.¹

[○]Yutaro Yamada¹, Yota Suzuki¹, Takahito Nishimura¹, Akira Yamada¹

E-mail: yamada.y.ca@m.titech.ac.jp

1.はじめに

近年、Cu(In,Ga)Se₂(CIGSe)太陽電池のワイドバンドギャップ化ならびにタンデム化により、低電子親和力を有する新規 n 型バッファ層が求められている。

先行研究において、低電子親和力なバッファ層として、ZnO と GeO₂ の酸化物混晶である Zn-Ge-O に着目し、[Zn]/([Zn] + [Ge]) 比を 0~8.1% まで変化させることにより電子親和力が 4.06~4.42 eV の範囲で制御できることを明らかにしてきた。[1]しかし、低電子親和力なバッファ層として Zn-Ge-O を用いた場合、Zn-Ge-O/ZnO:B 界面の伝導帯オフセットが大きくなり、順方向バイアス時に Zn-Ge-O/ZnO:B 界面の電子障壁によって電子の流れが阻害されると考えられる。本研究では、Zn-Ge-O/ZnO:B 間の伝導帯オフセットが CIGSe 太陽電池の性能に及ぼす影響を調べたのでその結果を報告する。

2.デバイス解析

ZnO:B/Zn-Ge-O/CIGSe 積層構造を有する CIGSe 太陽電池において SCAPS を用いたデバイス解析を実施した。デバイス解析において、ZnO:B/Zn-Ge-O 界面の伝導帯オフセットに着目し、type1(CIGS/Zn-Ge-O(Ge12.8%,50nm)/ZnO:B), type2(CIGS/Zn-Ge-O(Ge12.8%,25nm)/Zn-Ge-O(Ge6.1%,25nm)/ZnO:B), type3(CIGS/Zn-Ge-O(Ge12.8%→Ge0%,50nm)/ZnO:B) の 3 型で比較した。type1 では Zn-Ge-O を通常のバッファ層とし、type2 では Ge 濃度の異なる 2 層をバッファ層、type3 では Ge 濃度を連続的に変化させたバッファ層を仮定した。表面付近の CIGSe 光吸収層の Ga 濃度は 24% であり、このとき Ge 濃度 12.8% の Zn-Ge-O に対

して 0.23eV のスパイクが存在している。[1]

3.結果および考察

Fig1 に SCAPS を用いて出力したそれぞれの CIGSe 太陽電池の IV カーブを示す。デバイス解析結果から Zn-Ge-O/ZnO:B 界面の電子障壁により、type1 の性能が低下することが明らかになった。これに対して type2 あるいは type3 の伝導帯構造を採用することにより、電子障壁の効果が低減された。当日は太陽電池特性に対する Zn-Ge-O/ZnO:B 界面の伝導帯オフセットの影響について実験結果とともに議論する。

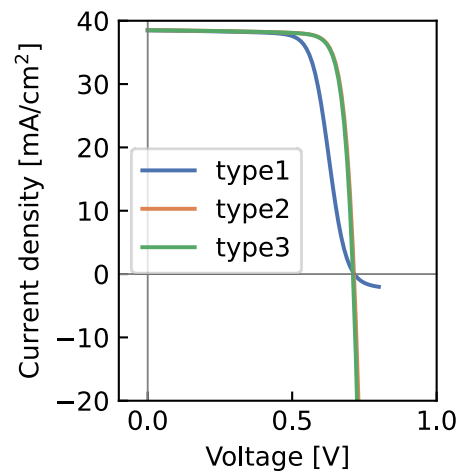


Fig1. IV curves of a CIGSe solar cell obtained from simulation results

謝辞

本研究は NEDO の助成により行われた。関係各位に感謝する。

参考文献

[1] D. Egyna et al., Cryst. Res. Technol. 58, 2, 2200145 (2023).