

ハイブリッドバッファ層導入による高バンドギャップ・ 高効率 Ag(In,Ga)Se₂ 薄膜太陽電池の開発

High Band Gap and High Efficiency Ag(In,Ga)Se₂ Solar Cells by Hybrid Buffer Layer

東工大院理工¹, 東工大・工², 東工大工学院³ ○(D) 梅原猛¹, 小林拓己², 中田和吉³, 山田明³

Dept. Phys. Electron., Tokyo Tech.¹, Sch. Eng., Tokyo Tech.², Dept. Electr. Electron., Tokyo Tech.³

○Takeshi Umehara¹, Takumi Kobayashi², Kazuyoshi Nakada³, Akira Yamada³

E-mail: umehara.t.aa@m.titech.ac.jp

1. 緒言

変換効率 35%を超える高効率太陽電池の実現には、多接合構造が不可欠である。Ag(In,Ga)Se₂ (AIGS)は、In と Ga の組成比を制御することでバンドギャップを 1.24~1.83 eV と変化させることができ、トップセル材料として適した高いバンドギャップが得られる。しかしながら、多接合太陽電池のトップセルとして用いるにはまだ変換効率が低いことが課題である。1つの原因として、バッファ層として用いている CdS と AIGS 間での界面再結合が効率低減要因だと考えた。そこで、バッファ層を替えることで伝導帯不連続量を制御し、AIGS 太陽電池の高効率化を狙った。

2. 実験方法

LiF/ZnO:B/i-ZnO/buffer/AIGS/Mo/SLG 構造を有する AIGS 太陽電池を評価に用いた。AIGS のバンドギャップはトップセルに要求される約 1.75 eV に制御した。AIGS を製膜後、NaF を堆積させポストアニールを行っている。バッファ層は、CdS、ZnS(O,OH)共に溶液成長法にて製膜を行った。

3. 結果及び考察

CdS/AIGS 間の伝導帯不連続量を正・逆光電子分光法にて測定したところ、-0.4~-0.5 eV とクリフ構造となっており、界面で再結合が起こっていることが示唆された^[1]。CdS の電子親

和力は 4.2 eV であるのに対し、ZnS(O,OH)は 3.5 eV である。そこで、ZnS(O,OH)バッファ層を導入し、伝導帯不連続量の改善を狙った。Table I に各バッファ層のセル特性を示す。ZnS(O,OH)バッファ層の導入により、開放電圧 (V_{oc})と短絡電流密度(J_{sc})は向上した。しかしながら、曲線因子(FF)が低下し、変換効率(Eff)の向上には至らなかった。 FF が低下した原因をシミュレーションにて解析したところ、順方向バイアス印加時において電子注入を阻害する障壁が ZnO/ZnS(O,OH)間に生じていることが分かった。そこで、ZnO/バッファ層、バッファ層/AIGS 両界面を改善できる CdS/ZnS(O,OH)ハイブリッドバッファ層を導入することで、9.4%と世界最高レベルの変換効率を得ることに成功した。

Table I. Cell performances of AIGS solar cells with different buffer layers.

Buffer layer	V_{oc} [V]	J_{sc} [mA/cm ²]	FF	Eff [%]
CdS	0.93	16.1	0.52	7.8
ZnS(O,OH)	1.01	16.6	0.37	6.1
CdS/ZnS(O,OH)	0.96	17.3	0.56	9.4

参考文献 [1] K. Isowaki et al., *Proc. E-MRS*, 2016 Spring Meeting, 2016, V.P1.26.

謝辞 本研究の一部は、NEDO 革新的太陽光発電技術研究開発の支援を受けている。