

CIGS 系ボトムセルの開発とペロブスカイト型タンデムセルへの応用の可能性

Development of CIGS bottom cell and the application to perovskite tandem solar cells

○中田時夫、ザッカリー・エル・リ・カオ、カトリ・イズール、深井尋史、松山勇、山口博
(東京理科大、総合研究機構)

○Tokio Nakada, Zacharie Jehl Li Kao, Ishwor Khatri, Hirofumi Fukai, Isam Matsuyama, Hiroshi Yamaguchi (Research Institute for Science & Technology, Tokyo Univ. of Science)

E-mail: nakada@ee.aoyama.ac.jp

最近、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ ペロブスカイト太陽電池の変換効率が飛躍的に改善され、単一接合セルで 20% 超えるようになった¹⁾。一方、このペロブスカイト太陽電池の EQE のカットオフ波長は 800nm であり、これより長波長領域の光は発電に寄与しない。従って、更なる高効率化のためには、タンデム(多接合)型が有効となる。我々はこれまで、NEDOプロジェクト(低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発、H20-H24)において、880nm ($E_g=1.4$ eV に相当) フィルター下でのナローギャップ・CIGS 系ボトムセルの研究開発を進めてきた²⁾。今回、これまでの成果を踏まえ、CIGS 系太陽電池のペロブスカイト型太陽電池のボトムセルとしての可能性について調べた。最初に、SCAPS3.2 デバイスシミュレーターを用い、ペロブスカイト太陽電池のカットオフ波長に類似した 800nm ガラスフィルター(透過率 90%) 下での CIGS 太陽電池の最適バンドプロファイルを求めた。図1に示すように、 $E_g < 1.04$ eV で $x=400\text{--}1000\text{nm}$ と比較的広い範囲で 7% 程度の変換効率となることがわかる。次に、MBE 装置を用い、3段階法で作製したナローギャップ CIGS 薄膜を光吸収層とした $\text{MgF}_2/\text{NiAl}/\text{ZnO:B}/\text{ZnO}/\text{CdS}/\text{CIGS}/\text{Mo}/\text{SLG}$ 構造のセルを作製し、J-V 特性および EQE を測定した。その結果、表1に示すように、800nm フィルター下で変換効率 6.25% を得た。この CIGS 薄膜の $E_{g_{\min}}$ は 1.08 eV であることなどを考慮すると、ほぼ計算値に近い値と考えられる。以上の結果から、CIGS/ペロブスカイト波長スプリッティング型により、変換効率 30% も可能と思われるが、詳細については当日報告する。

表1 ナローギャップ CIGS のセルパラメータ

	AM 1.5	Filter 800nm
$J_{sc}(\text{mA}/\text{cm}^2)$	37.74	14.37
$V_{oc}(\text{V})$	0.622	0.586
FF	0.737	0.741
η (%)	17.30	6.25

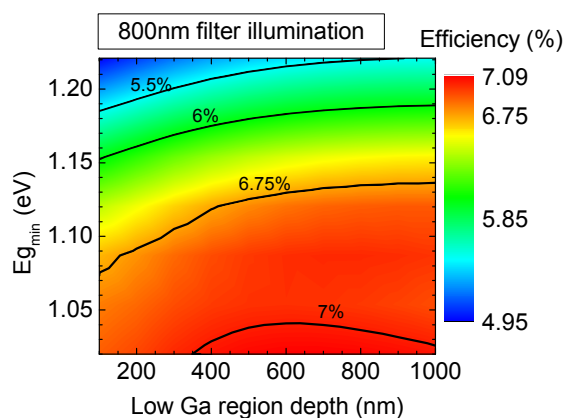


図1 最小禁制帯幅($E_{g_{\min}}$)および低 Ga 濃度領域深さ(x)を変化パラメータとした 800nm フィルター下での CIGS 太陽電池の変換効率分布

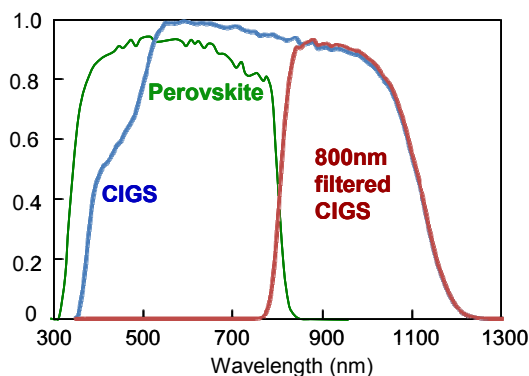


図2 ナローギャップCIGS、800nmフィルター下CIGSおよびペロブスカイト太陽電池のEQE特性

- 1) M. A. Green et.al., Prog. Photovolt: Res. Appl. 2015; 23:1-9
- 2) Z.J.Li Kao, H.Fukai, T.Nakada : 6th WCPEC (2014, 11, Kyoto)