

II-VI、カルコゲナイド系タンデム太陽電池の高効率化

High-efficiency Potential of II-VI and Chalcogenide based Tandem Solar Cells

豊田工大¹, 産総研² [○]山口真史¹, 反保衆志², 柴田肇², 小島信晃¹, 大下祥雄¹

Toyota Tech. Inst.¹, AIST², [○]Masafumi Yamaguchi¹, Hitoshi Tampo², Hajime Shibata²,

Nobuaki Kojima¹, Yoshio Ohshita¹

E-mail: masafumi@toyota-ti.ac.jp

1. はじめに

再生可能エネルギーによるクリーンエネルギー社会の創生には、高性能太陽電池が非常に魅力的である。単接合太陽電池の効率は、Shockley-Queisser limit 32~33%に近づいており、太陽光スペクトルの有効利用をはかったタンデム太陽電池 {1} は、2, 3, 4, 5, 6 接合セルで、効率、36.6, 44, 48.8, 50.4, 51.4%が期待できる。今回は、II-VI化合物やカルコゲナイド系タンデム太陽電池の高効率化に関する解析結果を報告する。

2. II-VI族、カルコゲナイド系タンデム太陽電池の高効率化の現状と課題

著者らの外部発光効率をベースにした解析手法 {2} を用いて、各種太陽電池の非輻射再結合損失、光学損失、抵抗損失を解析した。Fig. 1に、各種太陽電池の現状効率と各種損失を示す。

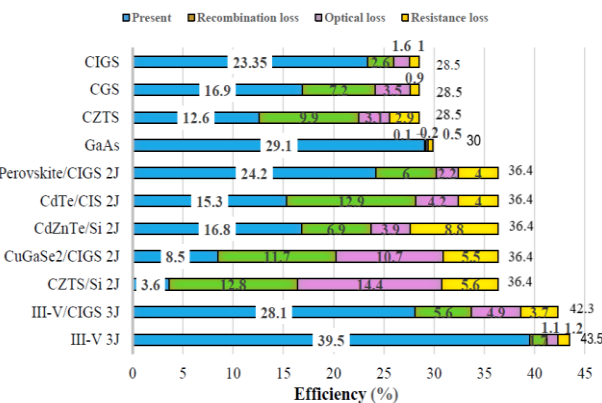


Fig. 1. Summary of loss elements for the II-VI, chalcopyrite and kesterite single-junction, 2-junction and 3-junction solar cells calculated and the present efficiencies obtained.

III-V/CIS 3 接合セルで、効率28.1%の現状であり、III-V 3 接合セルの39.5%に比べて劣る。高効率化の実現のためには、非輻射再結合損失、抵抗損失、光学損失の低減が必要である。III-V族化合物半導体で、進展している。最適

バンドギャップと格子定数整合を考慮したサブセル材料構成、太陽電池各層の高品質化によるバルク再結合損失低減、表面・界面再結合損失低減と裏面電界をはかったダブルヘテロセル構造、サブセルのインターコネクション用トンネル接合の高性能化、などが要素技術である。

3. Si タンデム太陽電池の高効率化の可能性

III-V、II-V、カルコゲナイドやペロブスカイト系トップセルとSiボトムセルによるSiタンデムセル [3] は、高効率化と低コスト化が期待でき、ホットトピックスとなっている。Fig. 1 に示すように、CdZnTe/Si 2 接合タンデムセルで効率16.8%の現状である。一方、III-V/Si 3 接合タンデムセルで、効率35.9% [4]、ペロブスカイト/Si 2 接合タンデムセルで、効率29.8% [4] の状況である。2、3 接合Siタンデムセルで、36%、42%超えの高効率化が期待できる。

4. 要約

III-V/CIS 3 接合セルで、効率28.1%の現状であり、III-V 3 接合セルの39.5%に比べて劣る。高効率化のためには、非輻射再結合損失、抵抗損失、光学損失の低減が必要である。フォトンリサイクリング等光マネジメントも有効であり、広範な技術的オプションがある。多接合セルおよびSiタンデムセルのさらなる進展が期待される。

謝辞

NEDO のサポートに感謝致します。

参考文献

[1] M. Yamaguchi *et al.*, J. Appl Phys. **129**, 240901 (2021).
[2] M. Yamaguchi *et al.* Prog. Photovolt. **26**, 543 (2018).
[3] M. Yamaguchi *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **51**, 133002 (2018).
[4] M.A. Green *et al.*, Prog. Photovolt. **30**, 3 (2022)..