

多接合およびSi タンデム太陽電池の損失解析と高効率化の動向

Loss Analysis and Overview of Multi-junction and Si Tandem Solar Cells

豊田工大 [○]山口真史, 中村京太郎, 尾崎亮, 小島信晃, 大下祥雄

Toyota Tech. Inst., [○]Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita

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成のためには、高性能太陽電池の開発が必要である。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多接合太陽電池[1]やSiタンデム太陽電池[2]が有望で、2、3接合セルで、36%、42%以上の高効率化が期待できる。多接合太陽電池、Siタンデム太陽電池の高効率化の動向と損失解析結果を報告する。

2. 多接合太陽電池、Siタンデム太陽電池の高効率化の現状と課題

Fig. 1に、III-V多接合太陽電池および各種Siタンデム太陽電池の高効率化の変遷を示す。III-V 3接合セルの効率39.5%に対して、III-V/Si 3接合、2接合およびペロブスカイト/Si 2接合タンデム太陽電池で、効率、各々、35.9%、32.8%、31.5%の状況である[3]。

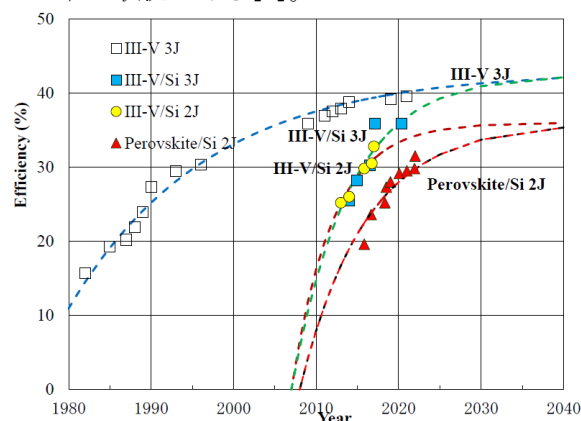


Fig. 1. Chronological efficiency improvements of various Si tandem solar cells and III-V compound 3-junction (3J) solar cells under 1-sun condition.

3. 多接合およびSi タンデム太陽電池の損失低減による高効率化の可能性

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。Fig.2に、多接合およびSiタンデム太陽電池の平均外部発光効率 (ERE : External Radiative Efficiency) [4]の変遷を示す。III-V族化合物半導体多接合太陽電池で、EREの改善による高効率化が進展している。

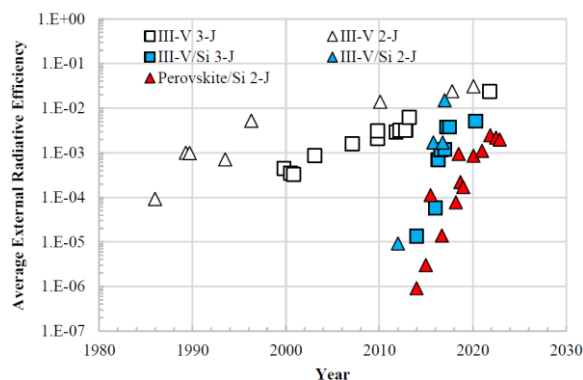


Fig. 2. Chronological efficiency improvements of various Si tandem solar cells and III-V compound 3-junction (3J) solar cells under 1-sun condition.

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。フォトンリサイクリングも、活用されている。

4. 要約

Si タンデムセルは、2接合、3接合セルで、効率 32.8%、35.9%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、広範な技術開発要素がある。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.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **51**, 133002 (2018).
- [3] M.A. Green *et al.*, Prog. Photovolt. **30**, 3 (2022).
- [4] M. Yamaguchi *et al.* Prog. Photovolt. **26**, 543 (2018).