

異種太陽電池の耐放射線性比較法

Evaluation method for comparing the radiation resistance of different solar cells

宇宙航空研究開発機構¹, 東大物性研², 東大先端研³, [○]中村 徹哉¹, 秋山 英文², 岡田 至崇³

JAXA¹, ISSP, Univ. Tokyo², RCAST, Univ. Tokyo³ [○]T. Nakamura¹, H. Akiyama², Y. Okada³

E-mail: nakamura.tetsuya@jaxa.jp

ペロブスカイト型やカルコパイライト系の薄膜太陽電池は、現在宇宙用として主流の III-V 族化合物太陽電池と比較して耐放射線性が高いという報告が散見される。しかし、このような耐放射線性の優劣に関する議論については曖昧さが含まれていると考えられる。本発表では、異種太陽電池の耐放射線性を、より多角的に評価する方法を提案する。

まず耐放射線性に影響を与える代表的な 5 つの要素を挙げる。1 つ目は放射線欠陥そのものの特性である。これは欠陥導入係数と捕獲断面積の積に比例するキャリア寿命に関する放射線損傷係数 K_r を用いて定量的に優劣を議論できる。しかし、 K_r が小さければ太陽電池特性の劣化量が小さいかという、必ずしもそうではない。これは、2 つ目の要素である真性キャリア密度等の材料パラメータによって説明できる。例えば、空乏層では非発光再結合レートは真性キャリア密度と相関があり、同じ特性を持つ放射線欠陥ができたとしても、真性キャリア密度が小さい (= バンドギャップが大きい) ほど電気特性への影響が小さくなる傾向がある。また特性値の変化量という観点では、耐放射線性は初期特性にも大きく依存する (3 つ目)。4 つ目は太陽電池構造である。材料内への放射線欠陥導入を防ぐことは難しいが、導入された放射線欠陥を再結合中心として機能させない構造は実現できる。最後 5 つ目は放射線欠陥の回復 (アニール効果) である。

このように、耐放射線性を決定する要素は多岐にわたるため、その優劣を述べることは簡単ではない。ここでは特に前述の 4 つ目以外の要素について議論する場合の一例として、バンドギャップ、SRH 再結合係数 (A)、変換効率の相関関係を用いた評価法について述べる。図 1 は例として変換効率が空乏層での再結合に支配される場合の相関図 (計算) を示す [1]。 K_r に相当する値は照射前後の SRH 再結合係数の差分から求められる。しかし、 K_r の大小と変換効率の変化量は、バンドギャップや初期値に大きく依存することが分かる。バンドギャップや初期特性が異なる太陽電池でも、この図を用いることで、放射線照射あるいはアニールによってどのような変化が起こったのか定量的な比較が可能と考えられる。

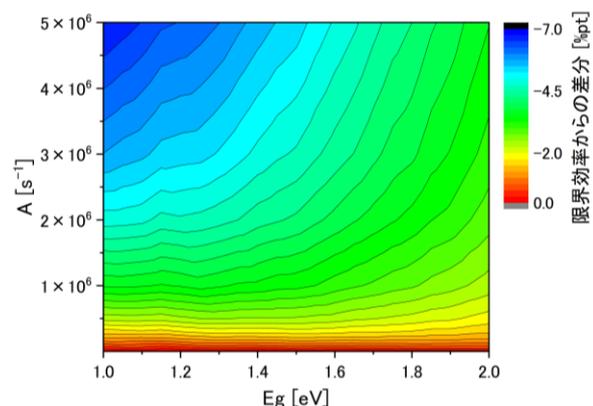


Fig. 1 Correlation between bandgap, SRH recombination coefficient (A), and conversion efficiency.

[1] 中村徹哉, 博士論文 (2020).