

CIS 太陽電池における開放起電圧制限要因の考察

Limiting factors of open circuit voltage in CIS solar cells

筑波大数理¹, 東大物性研² ○櫻井 岳暁¹, Alban Lafuente-Sampietro²

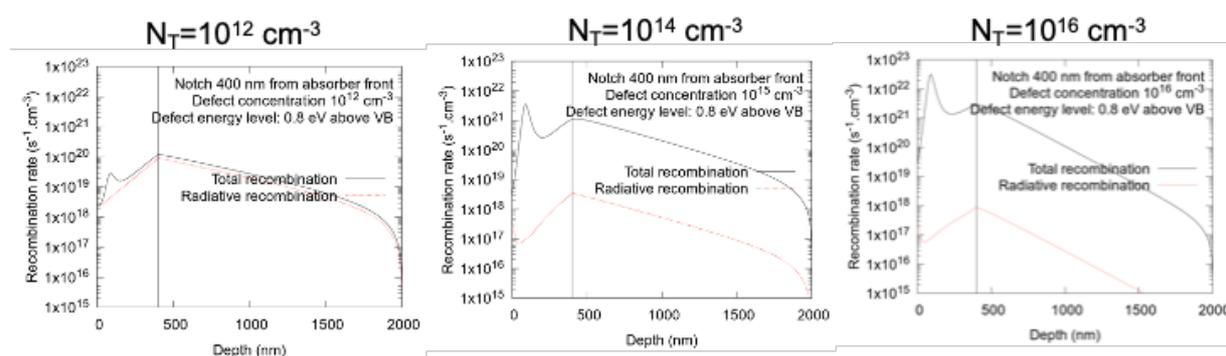
Univ. Tsukuba¹, Univ. Tokyo², Takeaki Sakurai¹, Alban Lafuente-Sampietro²

E-mail: sakurai@bk.tsukuba.ac.jp

CIS 太陽電池は変換効率 23.35% ($\sim 1 \text{ cm}^2$) を達成し、いかに理論限界効率に近づけるか議論が活発に行われている。特に開放起電圧の損失については、バルク、界面など複数の損失要素があり、かつ吸収層の組成、すなわちバンドギャップの傾斜がある CIS 系太陽電池では理解が複雑である。本講演では理論式とシミュレーションを紐解きながら、どのようなパラメータが開放起電圧損失に反映されるのか考察したい。

従来、開放起電圧損失量は、pn 接合の拡散電位 (バンドギャップ E_g) を元に算出する報告が多数見られた。しかし、特に直接遷移半導体の CIS を吸収層に用いた場合、デバイスにおける放射再結合は物理的に避けられず、その分開放起電圧の理論限界は E_g/q より目減りする。よって、ショックレー・クワイサー (SQ) 限界を基準に開放起電圧損失を定義する方が、損失量を議論する上では適切である。当研究室では放射再結合定数を van Roosbroeck 式を用いて見積もり、理論上の少数キャリア寿命を抽出した。これを時間分解蛍光寿命、深い欠陥準位密度、捕獲断面積の実験値と比較し、開放起電圧の損失量を見積もった。本講演では、解析結果 (例: 下図) を紹介しながら、変換効率 25% の達成に必要なターゲットについて議論したい。

【謝辞】本研究の一部は NEDO 「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」 (P15003) の支援を受けて実施された。関係各位に深く感謝の意を表します。



図：開放状態における放射再結合速度 (赤) と欠陥を介した非放射再結合まで含めた全再結合速度 (黒) の分布。 N_T は CIS 吸収層内 (左: CdS/CIS 界面、右: Mo 裏面電極) の欠陥準位密度を示す。