

Cu₂ZnSnS₄ (CZTS) 太陽電池の高効率化に関する検討

Investigation of Cu₂ZnSnS₄ (CZTS) cells with high photovoltaic performances

田島伸(豊田中研)

Shin Tajima (Toyota Central R&D Labs., Inc.)

E-mail: e0954@mosk.tytlabs.co.jp

近年、再生可能エネルギー源として太陽電池への期待がますます高まっており、太陽電池の導入量も順調に増加している。現状では、シリコン系が圧倒的なシェアを占めているが、CdTe、Cu(In, Ga)Se₂ に代表される化合物系も生産量を伸ばしており、太陽電池の1角を占めるようになってきた。化合物系として、Cu₂ZnSnS₄ (CZTS) 太陽電池は、適切なバンドギャップと構成元素が非レア・非毒性元素の点から次世代太陽電池材料として期待されている。しかしながら、その変換効率はまだ実用域に達しておらず、その向上が検討されている。

CZTS 太陽電池の研究は、1988 年の伊藤らの先駆的な報告からスタートした。しばらくは、片桐ら少数により研究が進められてきたが、2008 年に片桐と豊田中研のグループが $\eta = 6.8\%$ を報告してから、その研究開発が盛んになってきた。図 1 は、CZTS 関連の論文数の年次変化を示している。2008 年以降急激に増加していることがわかる。ただし、IBM が 2012 年に Se 系の CZTSe 系で $\eta = 12.6\%$ を報告してから、なかなか変換効率向上に関する報告がない。CZTS 系では、ソーラフロンティアと我々が 9% 台を報告しているのみである。総論文数に占める日本研究機関の割合は 10% 程度であり、今後、日本の若手研究者による CZTS 系のチャレンジングな研究とブレークスルーに期待したい。

今回の発表では、豊田中研で検討してきた CZTS 太陽電池の特性向上の結果についてまとめて報告する。CZTS 太陽電池に関する課題や疑問点として以下の点を挙げておきたい。今回の報告が CZTS 太陽電池の特性向上に寄与できれば幸いである。

(1) CZTS 膜自体の欠陥制御: Cu@Zn と Zn@Cu のアンチサイト欠陥の制御は可能か? Sn サイトの欠陥の影響は? これらの欠陥は、移動度と少数キャリアの寿命にどのように影響しているのか?

(2) アルカリ効果: CZTS 系のアルカリ効果の原因は CIGS 系と同じか? アルカリ添加でキャリア濃度は増加しているのか?

(3) バッファ層の影響: CdS/CZTS 界面の状態はどうなっているのか? この界面での再結合が V_{oc} を低下させているのか? CdS を超えるバッファ層の探索は?

参考文献: [1] K. Ito et al., JJAP 27 (1988) 2094, [2] H. Katagiri, et al., APEX 1 (2008) 041201, [3] S. Tajima et al., APEX 8 (2015) 082302.

図 1 CZTS 関係論文の年次変化 (Web of Science による、“CZTS” or “CZTSe” or “CZTSSe” で検索)

