カルコパイライト系太陽電池の動向

A perspective of chalcopyrite-based solar cells

産総研 °石塚 尚吾

AIST, °Shogo Ishizuka

E-mail: shogo-ishizuka@aist.go.jp

カルコパイライト (黄銅鉱: CuFeS_2) 構造を有するカルコゲナイドは CIS 系 (Cu, In, Se から成る CuInSe_2 に Ag, Ga, S などを含む化合物の総称) に代表される薄膜太陽電池材料として知られ、結晶 Si 系太陽電池とは異なる特長や機能を活かした新しいデバイスの創出や市場展開が期待される。本講演では、太陽光発電全体の中における CIS 系太陽電池の現在地を再確認し、これからの研究開発課題と応用可能性を俯瞰する。特に日本国内だけでなく、世界の研究開発動向も含めて紹介する。

有機-無機ペロブスカイト太陽電池のように新しい材料系では、単接合セルのさらなる変換効率向上や耐久性など基本性能改善のための研究が盛んであるが、CIS 系や結晶 Si 系、III-V 族系など比較的長い歴史を有する材料系では、タンデム (多接合) 型太陽電池への応用研究が基本的な流れとなっている。元々コストよりも性能が優先された III-V 族系太陽電池は多接合型においても長い研究の歴史を有し、すでに非集光でも 3~6 接合で 40% に迫る変換効率が達成されている[1]。その他の材料系でも、ペロブスカイト/CIS 系[2]、ペロブスカイト/Si[3]、ペロブスカイト/ペロブスカイト[4]、III-V/CIS 系[5]など異種材料の組み合わせを含め多接合型太陽電池の研究開発は盛んであり、いずれも現時点で 25-30% 程度の変換効率が報告されている[1]。多接合型太陽電池の研究開発においては、可能な限り変換効率の損失を

少なくする接合技術なども重要課題であるが、基本的には構成する各セルの性能が律速要因となるので、多接合化においても各波長域の光吸収を担う構成セル毎の変換効率向上は今後も重要な研究課題であり続ける。特に CIS 系は、曲線因子 (FF) が最高でも 80% 程度と他の材料系と比較すると低く、FF の改善が重要課題の一つとして挙げられる。

多接合化以外にも、CIS 系は、例えば軽量で曲面追従性があり、セル割れの懸念も少ないなどの特長を有する車載用太陽電池への応用や、耐放射線性に優れる特長を活かした宇宙用太陽電池などの用途に適している。軽量フレキシブル基板上での CIS 系太陽電池形成は、ガラス基板上とは異なるプロセス技術が要求され、従来技術がそのまま転用できるわけではないが、基板材料やプロセスの違いによって生じる技術課題を克服していくことで、CIS 系太陽電池の応用範囲拡大と新たな市場展開が期待できる。

[1] M. A. Green *et al.*, Prog. Photovolt. **30**, 3 (2022).

[2] A. Al-Ashouri *et al.*, Energy Environ. Sci. **12**, 3356 (2019).

[3] <https://www.oxfordpv.com/>

[4] R. Lin *et al.*, Nat. Energy **4**, 864 (2019).

[5] K. Makita *et al.*, IEEE J. Photovolt. DOI: 10.1109/JPHOTOV.2021.3132897