光干渉効果を考慮したシースルー型ペロブスカイト/PbS 量子ドット中間 バンド太陽電池の逆設計と作製

Inverse Design and Fabrication of See-through type Perovskite/PbS Quantum Dot

Intermediate Band Solar Cells by Including the Light Interference Effect

電通大 i-PERC&基盤理エ¹, (株)グリッド² ,東大先端研³

°(D) 斯波 廣大^{1,2},山口 浩一¹,沈 青¹,早瀬 修二¹,岡田 至祟³,曽我部 東馬^{1,2,3}

¹Univ. of Electro-Comm. ² Grid inc., ³ The Univ. of Tokyo.

E-mail : sogabe@uec.ac.jp

はじめに 従来の太陽光発電システムは、設置できる適地が飽和状態にある。そこで本研究は、 再生可能エネルギーの利用拡大を可能にする先進エネルギーデバイス技術とAI技術を融合し、窓 用透明型次世代太陽電池の開発を推進した。具体的には、窓用に非常に適した塗布型ペロブスカ イト/PbS 量子ドット中間バンド太陽電池[1]に着目し、高効率化とシースルー効果が両立できるよ うに開発を行った。考慮する目的変数が多いので、AI強化学習を用いた量子ドット太陽電池デバ イスシミュレーションによる逆設計手法の構築を行った。さらに逆設計で得られた構造の作製を 同時に進め、逆設計手法の性能向上を目指した。

実験結果 図1は、文献[2]に報告されたペロブスカイト/PbS 量子ドット中間バンド太陽電池の材料特性値に基づき、逆設計シミュレーションを行った結果を示している。デバイスシミュレータは、COMSOL Multiphysics[®]を使用した。図1(a)には逆設計により得られたデバイス構造、図1(b)にはその時のエネルギーバンドダイアグラムを示している。光吸収層の一部にペロブスカイト層とPbS 量子ドット層を交互に配置することで中間バンド超格子構造を設けた。図1(c)には、図1(a)の構造における入射光の光干渉効果を示しており、代表的な3種類の波長における電場分布を示している。近赤外領域の光が裏面の電極に反射し、強く干渉が起きている様子が確認できた。また、図1(d)には、図1(a)の構造における裏面金属の有無の違いによる電流電圧曲線の比較を示している。裏面金属による反射で生じる光閉じ込め効果による、電流の増加が確認できた。今後は逆設計で得られた構造を実験的にシースルー型の太陽電池を作製し、さらにその結果を逆設計手法にフィードバックする研究を行い、会議の際にこれらの結果について報告する。



Figure 1: (a) Device structure obtained by inverse design method; (b) Device band diagram obtained by inverse design method; (c) Comparison of light interference effects that change with incident light; (d) JV Curve obtained by inverse design method.

[1] Hosokawa et al., Nature communications 10, 43 (2019).

[2] Prateek Saxena et al., IEEE Journal of photovoltaics, 9, 6 (2019).