

連続行動型深層強化学習を用いた半透明薄型 中間バンド太陽電池の3次元逆設計

Inverse Design of 3D Translucent Thin Intermediate band Solar Cells Using Continuous Action Deep Reinforcement Learning

電通大 i-PERC&基盤理工¹, (株)グリッド², 東大先端研³

°(M2) 斯波 廣大^{1,2}, 坂本 克好¹, 山口 浩一¹, 沈 青¹, 岡田 至崇³, 曾我部 東馬^{1,2,3}

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

E-mail : sogabe@uec.ac.jp

はじめに 近年、太陽光発電の新市場創出技術として、窓などの壁面開口部に設置を目的としたシースルー太陽電池の開発が進められている。シースルー太陽電池の候補として、溶液法に基づくペロブスカイト/PbS 量子ドット中間バンド太陽電池が挙げられており、研究開発が実証されている[1]。ただし、中間バンド太陽電池に適した量子ドットの探索、可視光を一部透過させながら変換効率を維持する量子ドットのサイズ、光閉じ込めを考慮した光学構造など、未だ解決していない技術的課題が多く、人間の手作業での構造パラメータの最適化は限度がある。そこで本研究はペロブスカイト/PbS 量子ドット中間バンド太陽電池の高効率化に向けた逆設計を図るため、連続行動型深層強化学習と光干渉を考慮した量子ドット太陽電池デバイスシミュレーションを融合し、AI 予測最適化手法を用いたデバイス逆設計手法の構築を目指す。

実験結果 今回、逆設計に用いるデバイスシミュレータとして、COMSOL Multiphysicsを使用した。

図 1(a)は有限要素法により離散化して計算する際のメッシュ構造の例を示している。また、量子構造を含む中間バンド太陽電池解析の妥当性を検証するために、AlGaAs(x=0.3)/GaAs 量子井戸型中間バンド太陽電池の計算モデルを作成し、シミュレーションを行った。図 1(b)には、印加電圧 0[V]時のエネルギーバンド図を示した。また、図 1(c)は AlGaAs 単接合太陽電池と量子井戸構造を含んだモデルの J-V 曲線の比較検証の結果を示しており、中間バンドを介した 2 段階光吸収による変換効率の向上を確認できた。さらに、図 1(d)は、AlGaAs 単接合太陽電池と量子井戸構造を含んだモデルにおける、入射光の電場分布の差分を示しており、光閉じ込めが起きていることが確認できた。今後、連続行動型深層強化学習を用いて、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について研究を行い、会議の際にその結果について報告する。

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

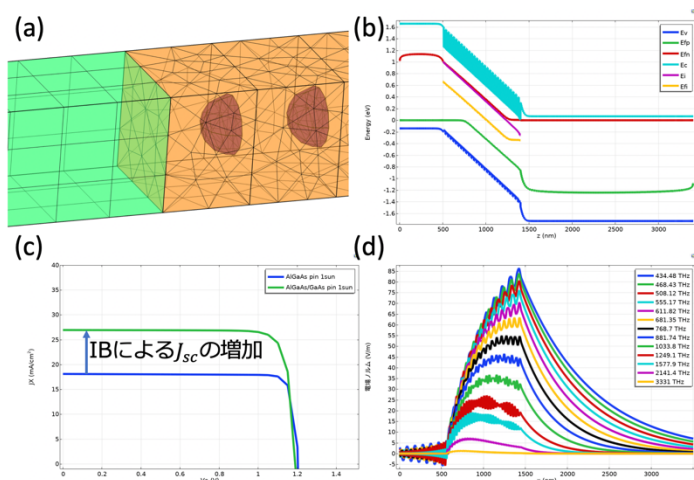


図 1 (a) COMSOL 上で作成した量子ドット IBSC の計算モデル; (b) (a) のモデルでのエネルギーバンド図 (印加電圧 0[V]時); (c) AlGaAs 太陽電池と (a) のモデルの J-V 曲線比較; (d) 量子井戸構造によって閉じ込められた入射光の電場分布