

FDTD 解析による有機太陽電池用反射防止ナノ構造の最適化

Optimization of antireflection nanostructure for organic solar cells with FDTD analysis

山形大院理工¹, 早大ナノ理工² °久保田 繁¹, 鹿又 健作¹,

有馬ボシールアハンマド¹, 水野 潤², 廣瀬 文彦¹

Yamagata Univ.¹, Waseda Univ.², °S. Kubota¹, K. Kanomata¹, B. Ahmmad¹, J. Mizuno², F. Hirose¹

E-mail: kubota@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

有機太陽電池は、材料コストが低いと同時に、Roll to roll の手法により安価に製造可能であることから、将来的に有望なエネルギー供給源として期待されている。有機太陽電池の発電性能を向上させる上で、有機太陽電池特有の薄い (100 nm 程度) 発電層での光吸収効率を高めることが必要である。このため、表面ナノ構造を応用することで、光を発電層に閉じ込めるための反射防止技術の開発が行われている。

表面ナノ構造の反射防止性能を改善するために、有限差分時間領域法(FDTD 法)を用いた光学解析が広く使用される。しかし、有機太陽電池のように、光がガラス基板を通過するデバイスに FDTD 法を適用する場合には、波長に依存した強い振動応答が現れるという問題がある。この振動応答は、実際のデバイスでは現れないという意味で人工的な現象であり、正しい光学応答を求めるには、この振動成分を除去することが必要である。

本研究では、表面ナノ構造の一種であるモスアイテクスチャを導入した有機太陽電池の FDTD 解析を行う。提案するアルゴリズムにより、人工的な振動を除去して、光学特性を算出できることを示すと共に、この方法を応用して、モスアイ構造の形状パラメータの最適化を行う [1, 2]。

2. 結果

提案アルゴリズムでは、FDTD 解析で得られた振動応答の上下の包絡線を平均化することで、振動成分を除去する。このアルゴリズムを適用することで、モスアイ反射防止を導入した有機太陽電池の発電層における吸収スペクトル及び短絡電流密度を、高い精度で算出できることが示された。また、FDTD 解析と、単純グリッドサーチ及びパターンサーチによる 2 段階最適化アルゴリズムを用いることで、発電電流を増加させるためのモスアイの周期と高さの最適化を行った。最適なモスアイ形状を用いることで、有機太陽電池内部で光の回折が誘発されて、発電層の電界強度が強められることで、発電性能が向上することが明らかとなった。

3. 文献

- [1] S. Kubota, K. Kanomata, B. Ahmmad, J. Mizuno, and F. Hirose, Optimized design of moth eye antireflection structure for organic photovoltaics, Journal of Coatings Technology and Research, 13: 201-210, 2016.
- [2] S. Kubota, K. Kanomata, B. Ahmmad, J. Mizuno, and F. Hirose, FDTD analysis for light passing through glass substrate and its application to organic photovoltaics with moth eye antireflection coating, Journal of Photopolymer Science and Technology, 29: 209-214, 2016.