

フォトン・フォトキャリア直交型マルチストライプ半導体太陽電池に向けた離散的併進対称性を有する新しい非対称導波路構造

New Asymmetric Waveguide with Discrete Translational Symmetry for Multi-striped Orthogonal Photon-Photocarrier Propagation Solar Cells

北大電子研 [○]石橋 晃, 黄倉侑人, 澤村信雄

RIES Hokkaido Univ., [○]A. Ishibashi, Y. Oukura, N. Sawamura

E-mail: i-akira@es.hokudai.ac.jp

従来型の太陽電池では光進行方向と生成フォトキャリア移動方向が平行であることに起因する光吸収とフォトキャリア収集の間のトレードオフが存在するのに対し、我々の提案する新型光電変換素子では、太陽光の進行方向とキャリアの移動方向を直交させることができるため、このトレードオフを解消することができる。そこでは太陽光の吸収とフォトキャリアの収集効率の最適化が両立でき、異なるエネルギーギャップを有する半導体マルチストライプを用いて全太陽光スペクトルに亘って光電変換を実行することで熱力学限界に迫る変換効率も可能となると期待され、空間伝搬光を効率的に2次元導波光化することが重要である。その際に用いる構造について、根源的な問題として、空間反転(左右)対称性を持つ構造では、時間反転対称性と相まって、3次元より2次元導波光化した光が再び3次元光化することの抑制が難しい[1]が、左右非対称な導波路(WG)では、この制約から解放されて変換効率向上へ繋がると期待される。

以前報告した周期配列した放物線鏡とテーパー導波路により構成された非対称導波路[2]の進化版として、3次元伝播太陽光を2次元伝播光化する導波路(リディレクション導波路)の新たな構造として、図1に示すような周期配列した解放型コア層および断続したクラッド層より成る離散的併進対称性をもつ新しい非対称導波路と光進行方向変換層を結合したシステムを提案する[3]。本系は、導波路という一種の反射光学系より成るので、回折光学系と異なり、導波効率の波長依存性を小さく抑え得ると予想され、良好な導波特性を得ることが期待される。この導波路端にフォトン・フォトキャリア直交型の太陽電池を結合して総合的に最適なシステムへとつなげることで、高い光電変換効率の実現を目指す。

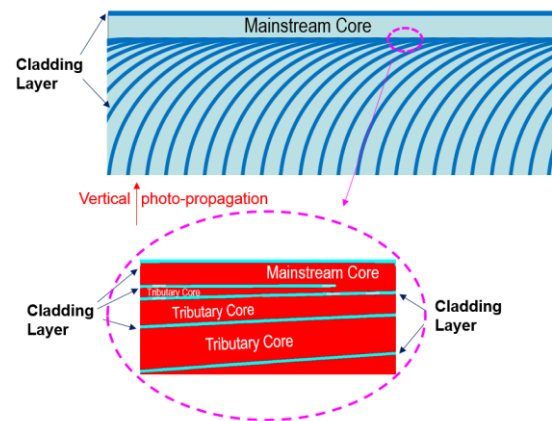


図 1. 離散的併進対称性をもつ新しい非対称導波路 (上)。メインストリームを成す2次元導波光コア層付近の拡大図 (下)。

謝辞: 本研究の一部は、文部科学省特別経費ナノマクロ物質・デバイス・システム創製アライアンス、物質・デバイス領域共同研究拠点事業、及び、科学研究費補助金基盤研究(B) [22350077], [25288112], 及び[16H04221]の支援により行われた。

参考文献:

1. A. Ishibashi, H. Kobayashi, N. Sawamura, K. Kondo, and T. Kasai, IEEE-ICASI 2017, Meen, Prior & Lam (Eds) pp. 1477-1479
2. 石橋 晃、河西 剛、近藤 憲治、澤村 信雄、日本応用物理学会 2018 年春季大会 19a-F310-1、早稲田大学
3. A. Ishibashi, T. Kasai and N. Sawamura: *Energies* **11**, 3498-1–3498-9 (2018), DOI:10.3390/en11123498