

非対称導波路結合フォトン・フォトキャリア直交型マルチストライプ 半導体太陽電池用周期配列放物線鏡の作製

Periodic Parabolic Mirrors for Asymmetric Waveguide-coupled Multi-stripped Orthogonal Photon-Photocarrier Propagation Solar Cells

北大電子研 °石橋 晃, 河西 剛, 近藤憲治, 澤村信雄

RIES Hokkaido Univ., °A. Ishibashi, T. Kasai, K. Kondo, N. Sawamura

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

光進行方向と生成フォトキャリア移動方向の平行性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従来型の太陽電池に対し、図1上図の導波路の右端に配された新型光電変換素子(図1右下断面図右端)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で、このトレードオフを解消することができる。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可能となり、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究極の変換効率に肉迫することができる。その際、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。回折格子構造を設けることで、空間伝搬光の2次元導波光化は可能である[1]が、波長依存性が大きいいため、周期性のことなる複数の回折格子を用いても、太陽光スペクトル全体に亘る2次元導波光化は容易ではない。特に左右対称な回折格子構造では、時間反転対称性に起因して空間伝搬光の2次元導波光化が難しいが、周期配列放物線鏡を備えた左右非対称な導波路では、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。

3次元伝播太陽光を2次元伝播光とする数百〜数千倍の集光系の下、光進行方向と生成フォトキャリア移動方向の直交性を実現するべく、図1左下内挿図に示すような周期配列した放物線鏡の作製を試みている。この非対称導波路は、一種の“反射光学系”を成すので、上記の“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ることができる。パラボロイド集積膜とこの周期配列放物線鏡を結合し、適切な2次元導波路を用いることで、平面マルチストライプ構造に最適なシステムへと進化させることで高い光電変換効率の実現へつなげていく。

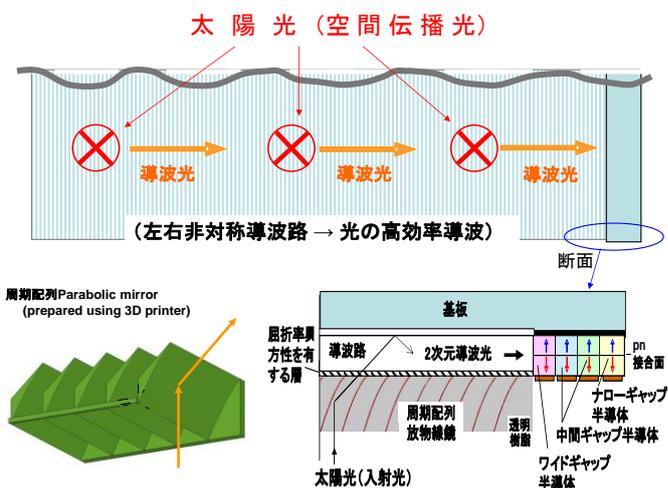


図1. 非対称導波路結合フォトン・フォトキャリア直交型マルチストライプ半導体太陽電池(上面図)。右下: 同断面図、左下: 周期配列放物線鏡部分。

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、JST産学共同シーズイノベーション化事業(顕在化ステージ)、及び、科学研究費補助金基盤研究(B)の支援により行われた。

参考文献:

1. A. Ishibashi, H. Kobayashi, T. Taniguchi, K. Kondo and T. Kasai, 3D Res (2016) 7:33, DOI 10.1007/s13319-016-0109-4