

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

Waveguide-coupled Multi-striped Orthogonal Photon-Photocarrier Propagation Solar Cells

北大電子研 °石橋 晃, 河西 剛, 近藤憲治, 海住英生, 谷口朝哉

RIES Hokkaido Univ., °A. Ishibashi, T. Kasai, K. Kondo, H. Kaiju, T. Taniguchi

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

従来型太陽電池素子構造(図 1 左下)に存在する、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を解消するには、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(図 1 右下)が有効である。これにより、太陽光(黒体輻射)の吸収とフォトキャリアの収集効率の最適化を両立可能とし、更に、半導体マルチストライプを用いることにより、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、変換効率を高めることができる。その際、バンドギャップの昇降順を最適化したマルチストライプのフォトン-キャリア直交型の構造を採用することが重要である。有機半導体を用いた場合には、吸収係数とキャリア移動度が高いことが望ましいという材料に掛かる制約の内、吸収係数に関する要請が緩和されるため、材料系の選択肢が広がって変換効率向上へ繋がると期待される。また、無機半導体材料の場合は、マルチストライプ構造作製が比較的容易であるので、より高効率の光電変換素子を実現するための要素技術の確立に生かすことが出来る。

特に、図 1 に示すようなリディレクション導波路を用いて、3次元伝播太陽光を2次元伝播光とすることで、数百~千倍の集光系を構成しつつ、上記の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ことを試みている[1]。そこでは、前回報告した Si への Ge と C の熱拡散により3つのギャップの異なる領域を持つ面状半導体構造[2]を、図 1 に示すように導波路端に配置する。パラボロイド集積膜との結合等、リディレクション導波路構造の最適化を通じて、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、温度上昇抑制が可能な集光システムとして、熱力学限界に迫る光電変換効率の実現を図っていく。

謝辞: 本研究の一部は、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. Proc. 14th RIES-Hokudai International Symposium, Sapporo, 2013, pp.71-72, 2. 日本応用物理学会 2013 年春季大会, 29p-PA9-22

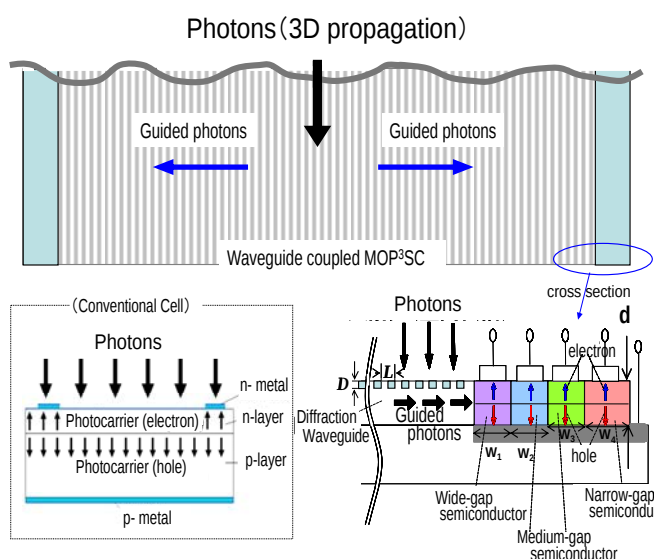


図 1. 導波路結合フォトン・フォトキャリア直交型マルチストライプ半導体太陽電池(上面図)。右下: 同断面図、左下: 従来型素子。