

プラズモニクスと Ge-Sn 材料を融合した光熱発電システムの構築

Construction of photo-thermal voltaic model integrated Ge-Sn and plasmonic nanoparticles

°小松 諒祐¹, 西島 喜明¹, Gediminas Seniutinas², Saulius Juodkazis²

(1. 横国大院工, 2. スインバーン工科大)

°Ryosuke Komatsu¹, Yoshiaki Nishijima¹, Gediminas Seniutinas² and Saulius Juodkazis²

(1. Yokohama National Univ., 2. Swinburne Univ. of Tech.)

E-mail: nishijima@ynu.ac.jp

緒言 太陽電池で光電変換可能な波長は材料のバンドギャップに依存し, 単結晶シリコンでは 1100 nm 程度までである. 吸収端よりも長波長の光は透過し, 短波長の光は熱として散逸するため利用されてこなかった[1]. 有効利用されない波長の光を有効利用するために, ブラックシリコン (b-Si) と呼ばれる, 表面に凹凸構造をもつ高効率光吸収材料とその光熱変換プロセスに着目した. また金属微粒子のプラズモン共鳴により, 発熱・散乱・電界局在効果を得られる[2]. これらを組み合わせることで光熱利用効率の向上を目指した.

現在までに我々は光熱変換発電モデルを提案し, 光熱変換基板および Au 微粒子による出力への効果, 有限領域時間差分 (FDTD) 解析による電界局在および光吸収, また図1に示すような, 光電変換部 (上層) と光熱変換部 (下層) を併せ持つ発電系を作製し, 出力特性を調査した[3].

今回は全体的な光の利用効率向上を目指し, 金ナノロッドおよび Ge-Sn 材料を用いることで, 利用可能な波長域を近赤外領域まで拡張することを狙いとした.

実験方法 p型Siウェハ (525±25 μm 厚) 表面へ熱拡散により n ドープ処理し, 両面に銀電極を蒸着形成した. 次に裏面へ SiO₂ を 20 nm 蒸着堆積し, 金ナノロッド (平均アスペクト比 $R=3.8\sim 8.8$) 各分散溶液を散布・乾燥させる. その後, さらに Ge-Sn 層 (原子組成比 Ge-Sn=80:20) を 3 μm 以上蒸着した. 作製した半導体基板を熱電素子 (TEP1-1264-1.5, Nihon-Techmo co. Ltd.) 上へサーマルグリスを塗布して設置し, メタルハライドランプとハロゲンランプの混成光 (83.0 mW/cm²) を基板へ垂直照射した際の出力特性をデータロガーで評価した.

結果および考察 Ge-Sn 層を近赤外領域をターゲットとする熱変換層として追加したことにより,

Ge-Sn 層がある場合は, ない場合に比べ出力電圧は約 1.09 倍に向上した. 照射光源の波長比較から, Ge-Sn 層が近赤外領域の吸収・熱変換に寄与していると考えられる.

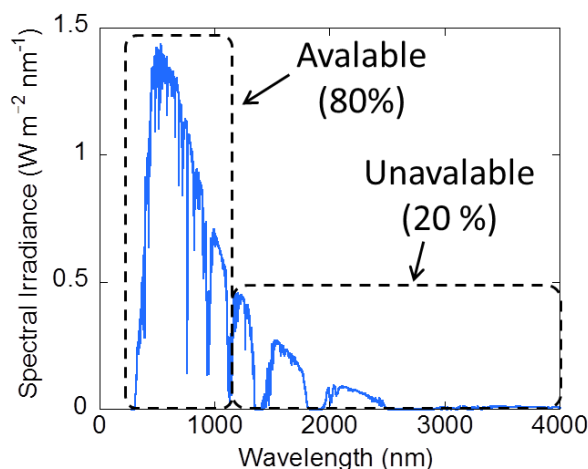


Fig.1 Available range of Si for solar spectral irradiance

結言 全体的な光利用効率向上を目指して, Ge-Sn 層による近赤外領域の吸収効果を, 光熱変換の出力特性から評価した. 測定結果から光利用効率の向上を実証し, 利用可能波長域を近赤外領域へ拡張できていることを確認した. 金ナノロッドのアスペクト比条件が出力特性へ及ぼす効果の評価等に関する報告も当日発表する.

参考文献

- [1] A. Shah, R. Tscharnner, N. Wyrsh and H. Keppner, *Science*, **285**, 692 (1999)
- [2] E. P. Ivanova, J. Hasan, H. K. Webb, G. Gervinskas, S. Juodkazis, V. K. Truong, A. H. F. Wu, R. N. Lamb, V. A. Baulin, G. S. Watson, J. A. Watson, D. E. Mainwaring, R. J. Crawford, *Nat. Commun.*, **4**, 2838 (2013)
- [3] R. Komatsu, T. Yamamura, Y. Nishijima, G. Seniutinas and S. Juodkazis, 第76回応用物理秋季学術講演会, **13p-PA2-10**, (2015)
- [4] S. Link, M. B. Mohamed, and M. A. El-Sayed, *J. Phys. Chem. B*, **103**, 3073-3077 (1999)