

Ge 量子ドット積層フォトニックナノ構造を用いた光キャリア生成増大 Enhanced photocarrier generation in photonic nanostructures fabricated from vertically aligned Ge quantum dots for high-efficiency silicon-based solar cells

京大化研¹, 名大工² ○太野垣 健¹, 星 裕介², 岸本 裕子¹, 宇佐美 徳隆²

Kyoto Univ.¹, Nagoya Univ.², Takeshi Tayagaki¹, Yusuke Hoshi², Yuko Kishimoto², Noritaka Usami²

E-mail: tayagaki@scl.kyoto-u.ac.jp

近年、大規模普及への対応の観点から、結晶 Si 太陽電池の高効率化技術の開発が注目されている。我々はこれまでに Ge 量子ドット積層構造をベースとしたナノフォトニック構造体を結晶 Si 太陽電池表面に形成することで、エネルギー変換効率が增大する可能性を示してきた[1]。Ge 量子ドット積層構造をウェットエッチングすることで、Fig.1 のような凹凸の間隔・深さが数 100nm 程度のフォトニックナノ構造が形成される。これにより Ge 量子ドット積層構造による光吸収範囲の近赤外域への拡張や、フォトニックナノ構造による光キャリア生成効率の増大が期待される[2,3]。これまで、ナノ構造体により、表面反射率が低減するなどの光学特性変化について示してきた[4]。

本研究では、Ge 量子ドットからの発光をプローブとした発光励起分光によって、Ge 量子ドット積層構造・フォトニックナノ構造により近赤外域での光キャリア生成が増大することを検証した。Fig.2 で示すように、ナノ構造体により Ge 量子ドットの発光強度が増大することがわかった。また、照射光波長を掃引することで、Ge 量子ドットへのキャリア生成に寄与する光吸収のスペクトル(励起スペクトル)が評価された。その結果、30 秒エッチング処理により形成した深さ 100nm 程度のナノ構造体では、近赤外光によるキャリア生成効率が 2 倍になることがわかった。また、FDTD 法を用いた電磁波シミュレーションから、形状最適化により 2 倍以上の光キャリア生成増大が可能であることがわかった。

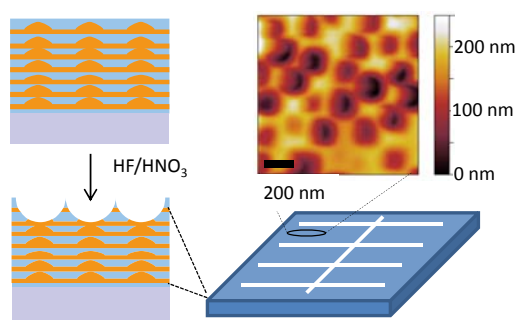


Fig. 1 HF/HNO₃ エッチングにより形成されたフォトニック構造の概念図と AFM 像。

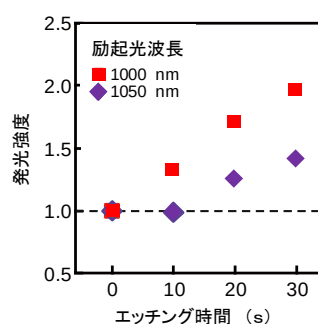


Fig. 2 Ge 量子ドット励起発光分光によるフォトニック構造による光キャリア生成増大。

本研究は、科学技術振興機構の先端的低炭素化技術開発(ALCA)の支援を受けて行われた。

[1] Usami *et al.* Nanotechnology **23**, 185401 (2012). [2] Tayagaki *et al.* Sci. Rep. **3**, 2703 (2013).

[3] Tayagaki *et al.* Appl. Phys. Lett. **101**, 133905 (2012). [4] Hoshi *et al.* Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 080202 (2013).