

# マスクレスウェットエッチングで形成した フォトリックナノ構造の形状制御と光学特性

## Effect of geometry in photonic nanostructures formed by maskless wet etching on optical properties

東北大金研<sup>1</sup>, 京大化研<sup>2</sup>

○星 裕介<sup>1</sup>, 藩 伍根<sup>1</sup>, 木口 賢紀<sup>1</sup>, 大井 万史<sup>2</sup> 太野垣 健<sup>2</sup>, 宇佐美 徳隆<sup>1</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup>, Kyoto Univ.<sup>2</sup>

○Y. Hoshi<sup>1</sup>, W. Pan<sup>1</sup>, T. Kiguchi<sup>1</sup>, K. Ooi<sup>2</sup>, T. Tayagaki<sup>2</sup>, N. Usami<sup>1</sup>

E-mail: yusuke\_hoshi@imr.tohoku.ac.jp

現在、太陽光発電の大規模普及が期待されており、その中で Si 系材料を利用した太陽電池の高効率化に向けた革新的技術開発が注目されている。これまで我々は、自己形成 Ge 量子ドット構造上にマスクレスウェットエッチングでフォトリックナノ構造を形成したナノ構造体・結晶シリコン融合構造を利用することで、太陽電池のエネルギー変換効率が増大する可能性を示した[1]。また、量子ドットからのキャリア取出しが、励起密度の増加とともに増大する現象を見出した[2]。本研究では、フォトリックナノ構造形成に利用するエッチャントを変えることで、ナノ構造体の形状を大きく変化させることができ、その形状変化が光学特性に与える影響について調べたので報告する。

Si(100)基板上にガスソース MBE を用いて成長温度 700 °C で、8 ML の Ge coverage、5 nm 膜厚の Si スペーサー層の Ge/Si 構造を 50 周期成長し、自己形成 Ge 量子ドット構造を作製した。この試料を HF/HNO<sub>3</sub> 溶液または、KOH 溶液でマスクレスウェットエッチングし、表面にフォトリックナノ構造を形成した。それぞれの試料の表面凹凸高さは、エッチング時間を制御することでほぼ一致させた。

図 1 に(a) HF/HNO<sub>3</sub> 溶液または、(b) KOH 溶液によるマスクレスウェットエッチングで作製したフォトリックナノ構造の走査型電子顕微鏡(SEM)像を示す。HF/HNO<sub>3</sub> 溶液でエッチングした場合、サイズが不均一な表面ディップが形成されているが、KOH 溶液でエッチングした場合、比較的サイズの均一なナノピラーが形成されたことがわかる。また、Ge ドット密度と、表面ディップ密度およびナノピラー密度がほぼ一致している。これは、HF/HNO<sub>3</sub> 溶液では Ge ドット領域が選択的にエッチングされ、KOH 溶液では Ge ドット領域のエッチングが抑制されていることを示している。つまり、エッチャントを変えることでフォトリックナノ構造の表面凹凸形状の制御が可能であるといえる。図 2 に HF/HNO<sub>3</sub> 溶液または、KOH 溶液で作製したフォトリックナノ構造の反射率スペクトルを示す。フォトリックナノ構造を形成した試料では、どちらのエッチャントでも、エッチング前と比較して全ての波長領域で反射率の低減が見られる。また、KOH 溶液の場合は短波長領域で大きく反射率が低減するのに対し、HF/HNO<sub>3</sub> 溶液の場合は、全波長領域で均一に反射率が低減することが分かった。

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)と村田学術振興財団研究助成の支援を受けて行われた。

[1] N. Usami et al., *Nanotechnology* **23**, 185401 (2012)

[2] T. Tayagaki et al., *Appl. Phys. Lett.* **101**, 133905 (2012)

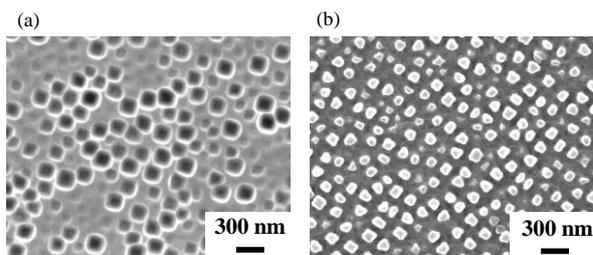


図 1. (a) HF/HNO<sub>3</sub> 溶液または、(b) KOH 溶液によるマスクレスウェットエッチングで作製したフォトリックナノ構造の平面 SEM 像

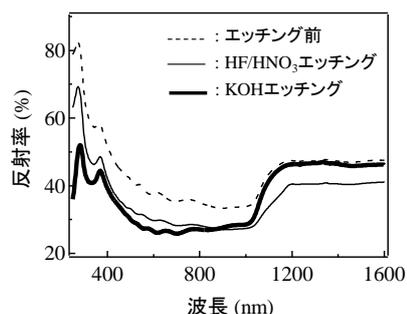


図 2. HF/HNO<sub>3</sub> 溶液または、KOH 溶液で作製したフォトリックナノ構造の反射率スペクトル