

高効率太陽電池への応用に向けた化学合成量子ドットによる 超格子形成手段の探索

Formation of quantum dot super lattice for high efficiency solar cell application

横浜国立大学¹, 理研² ○清水雄大¹, 重久龍太郎¹, 中嶋聖介^{1,2}, 向井剛輝¹

Yokohama National University¹, RIKEN²

○Y. Shimizu¹, R. Shigehisa¹, S. Nakashima^{1,2}, K. Mukai¹

E-mail: mukai@ynu.ac.jp

【はじめに】近年、高効率太陽電池の実現を目指して、量子ドット(QD)を利用した太陽電池が研究されている。その実現のためにはQDを高密度に配列させる必要がある。半導体基板上の自己形成 QD を用いる方法は、高い発光効率を維持したまま均一な QD を高密度に配列する結晶成長が非常に難しい[1]。本研究では、化学合成によって作製した均一性の高い QD を高密度に配列させて、QD 超格子を作製する手段を検討した。

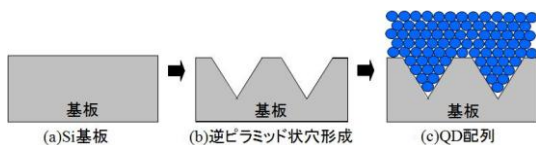


図 1 QD 超格子形成過程 (断面図)

【実験方法】我々の超格子作製のアイデアは図 1 に示すように、異方性エッチングを用いたリソグラフィーにより Si 基板上に逆ピラミッド状の穴が並んだパターンを作製し、そこに QD を沈降配列させるものである。手法そのものは、フォトニック結晶をマイクロビーズで実現する手法として、既の実績がある[2]。まず沈降速度による QD の配列状態の違いを、平面基板上に沈降させて確認した。更にパターン形成した Si 基板に QD を沈降配列させた。沈降させた QD の状態を走査型電子顕微鏡 (FE-SEM)、走査型プローブ顕微鏡 (SPM) により評価した。

【実験結果】図 2 に、平面基板上に PbS QD を 1 時間で沈降させた場合と、1 ヶ月程度

かけて緩やかに沈降させた場合の結果を示す。1 ヶ月程度かけて沈降させた場合、QD 層表面に多数の直線的なステップが見られ、QD が規則的に配列している可能性があることを確認できた。

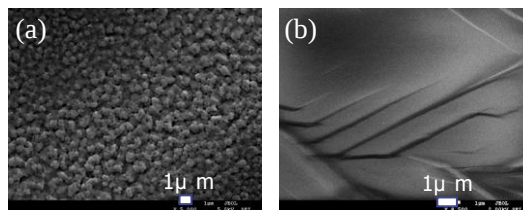


図 2 (a) 1 時間で沈降, (b) 1 ヶ月程度で沈降

配列の方向を制御するため、加工基板上に PbS QD を 1 ヶ月程度かけて沈降させ、SPM で QD の配列状態の観察を行った結果を図 3 に示す。QD の配列ラインが観察され、その方向が、エッチングで作製したピラミッドの稜線方向と一致していることが確認できた。

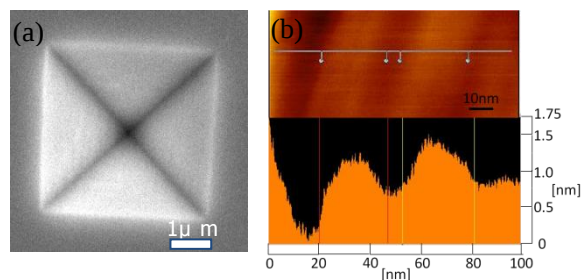


図 3 (a) 逆ピラミッド状穴 (b) QD 沈降後の表面形状

【参考文献】 [1] R. Oshima et al., Appl. Phys. Lett. 99 (2011) 191907.

[2] S. Matsuo et al., Appl. Phys. Lett. 82 (2003) 4283