PbS 量子ドット超格子構造に対する 量子ドット表面へのファセット付与とテンプレート使用の効果

The effect of facetting on quantum dot surface and template use

on PbS quantum dot superlattice structure

横浜国大院工¹、横浜国大理工²

○(M2)藤本 智士¹、 (M2)末続 文正¹、 (B4)藤島 将伸²、 向井 剛輝^{1,2}

Graduate School of Engineering, Yokohama National University¹,

College of Engineering Science, Yokohama National University²

°S. Fujimoto, F. Suetsugu, M. Fujishima, K. Mukai

E-mail: mukai-kohki-cv@ynu.ac.jp

【はじめに】近年、高効率太陽電池を実現するために、量 子ドット(QD)超格子が注目されている。QDを周期的に配 列させると、中間バンドが形成され、広範囲の波長の光を 吸収することが可能となり高エネルギー変換効率が実現 する。化学合成QDは対称性が良い為、溶媒中で沈降させ ることで均一な超格子構造を作るのが可能となる。超格子 内の個々のQDが同一面方位を持つとキャリアの移動度 が向上すると考えられるが、我々はQDにファセットを付 与して、これを実現した^[1]。また我々は、異方性エッチン グを用いてSi 基板上に逆ピラミッド状の孔が周期的に並 んだテンプレートを作製し、この上にQDを沈降させるこ とで、大面積の超格子を作製できることを示してきた^[2]。 本研究では、ファセットを持つQDをテンプレート上に沈 降させた場合の、QD超格子内の個々のQDの面方位や超 格子膜の光学特性について検証した。

【実験】合成時の温度によって、QDのサイズやファセットを制御した^[3]。テンプレートとして、Si(100)基板に 3µm 四方の逆ピラミッド状の孔が周期的に並んだ 2mm 四方の パターンを作製した。トルエンに分散した QD 溶液をテン プレート上に滴下し、トルエンの蒸発速度を制御しつつ、 QD 膜の作製を行った。X線回折 (XRD)による 0-20 測定 及び極点図測定で、作製した QD 膜の評価を行った。0-20 測定では、データベースと実測のピーク強度比を用い、結 晶組織係数 (TC: texture coefficient)を求めることによっ て、基板に平行な QD 面の優先配向が分かる。TC は、

$$TC(hkl) = \frac{\{I(hkl)/I_0(hkl)\}}{\frac{1}{n}\sum\{I(hkl)/I_0(hkl)\}}$$
(1)

で計算され、Iは測定強度、IOはデータベース強度、nは 測定ピーク数である。極点図測定では、ピーク角度(20) に光学系を固定した状態で面内方向 Phi に試料を回転さ せて、回折強度を測定する。これをあおり角 Psi を変えな がら繰り返し測定することで、QD 膜中の個々の QD の面 内における配向の様子が分かる。また、QD 膜と溶液中の QD のフォトルミネッセンス(PL)測定を行った。

【結果】Fig.1は、平面 Si 基板上と Si テンプレート上の QD 膜の 0-20 測定の結果から TC を算出した結果である。両者とも(220)が優先配向している事が明らかになっ



Fig.1 TC of QD films (a) on a flat Si substrate and (b) on a Si template

た。また、沈降時間を20分から7日間へと増加させるこ とで、優先配向がより強くなることが判明した。但し、 平面 Si 基板上の QD 膜に比べ、テンプレート上の QD 膜 は、(220)の優先配向が弱くなっている。QD が切捨八面 体の形状をしており、平面上だと体心立方構造に配列し やすいために、(220) 配向が強く現れたと考えられる。 一方、テンプレート上の逆ピラミッド孔は面心立方構造 の面方位を持っている為、QD が体心立方構造に配列し にくくなり、(220)の優先配向が弱くなったと考えられ る。その他、PL 測定結果など、詳しくは口頭にて発表す る。

本研究は、公益財団法人岩谷直治記念財団の科学技術研究助成を受けて行われました。

【参考文献】

- S. Fujimoto et al., Ext. Abstr. Solid State Devices and Materials. (2017) 1081.
- [2] K. Mukai et al., Semicond. Sci. Technol. 30 (2015) 044006 .
- [3] M. A. Hines et al. Adv. Mater. 15 (2003) 1844-1846.