

シリコン酸化膜を用いたシリコン量子ドット積層構造における 構造・電気的特性評価

Characterization of Structural and Electrical Properties for Silicon Quantum Dot Multilayers using Amorphous Silicon Oxide Thin Films

○(M1) 赤石 龍士郎¹, 北沢 宏平¹, 後藤 和泰¹, 加藤 慎也²,
宇佐美 徳隆¹, 黒川 康良¹ (1. 名大院工, 2. 名工大院工)

Ryushiro Akaishi¹, Kohei Kitazawa¹, Kazuhiro Gotoh¹, Shinya Kato²,

Noritaka Usami¹, Yasuyoshi Kurokawa¹ (1.Nagoya Univ., 2. Nagoya Tech.)

E-mail: akaishi.ryushiro@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

【緒言】単接合型シリコン結晶太陽電池は理論限界効率に近づきつつあり、さらなる高効率化へのアプローチとして、タンデム型太陽電池が検討されている。我々は、その中でも無毒で資源が豊富なシリコンのみを用いたオールシリコンタンデムセルへの応用へ向け、シリコン量子ドット(Si-QD)を利用する研究を行っている。Si-QD は量子サイズ効果によるバンドギャップチューニングが可能であり、トップセル材料として利用可能である。本研究ではパッシベーション効果の高いSiO_xをバリア層に用いてSi-QD積層構造を作製した。前回、Si-QD積層構造の構造・光学特性評価および量子サイズ効果の確認を報告したが、電気的特性は未評価であった。今回は構造・電気的特性の評価を行った結果を報告する。

【実験方法】QD層厚が5, 10 nm, バリア層厚が2 nmであるSi-QD積層構造をプラズマ援用化学気相成長(PECVD)法で作製した。作製条件は、基板温度190 °C, 圧力25 Pa, RF電力0.0325 W/cm²を固定し、QD層およびバリア層のSiH₄/CO₂流量比 α はQD層を $\alpha=1$, バリア層を $\alpha=0.12$ とした。積層構造作製後、フォーミングガス雰囲気中で30分間熱処理をした。熱処理温度は900-1100 °Cで変化させた。ラマン散乱測定および暗導電率測定を行い構造・電気的特性を評価した。

【結果と考察】ラマン散乱測定から結晶化率 η を算出し、アレニウスプロット(図1)から η における活性化エネルギー $E_{a(\eta)}$ を計算したところ、QD層厚5, 10 nmに対してそれぞれ0.28, 0.21 eVであった。QD層厚が薄くなると $E_{a(\eta)}$ は大きくなったが、これは表面/体積比が大きくなったことによりSi-QD形成のエネルギー障壁が大きくなったことを示している。暗導電率 σ の温度依存性を測定し、アレニウスプロット(図2)から活性化エネルギー $E_{a(\sigma)}$ を算出したところ、QD層厚が5, 10 nmの試料で0.68, 0.64 eVであった。QD層が薄くなると $E_{a(\sigma)}$ は大きくなった。これは量子サイズ効果によるモビリティギャップのワイド化を示唆している。

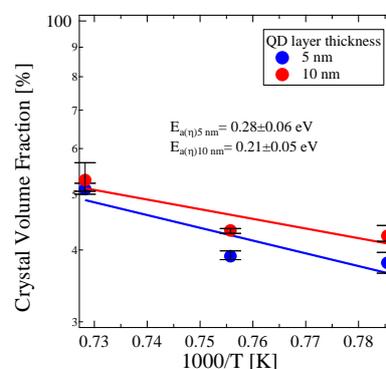


図1 結晶化率の温度特性

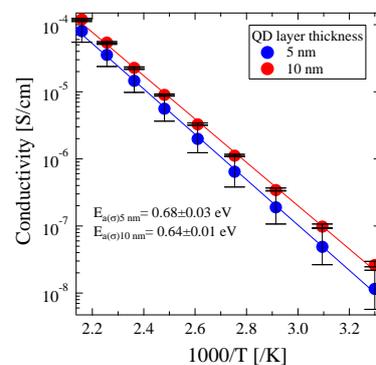


図2 導電率の温度特性