

PECVD 法を用いたシリコン量子ドット積層構造作製における バリア層の構造・光学特性評価

Characterization of Structural and Optical Properties of a Barrier Layer for Silicon Quantum Dot Superlattice by Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition

○(B) 赤石 龍士郎¹, 北沢 宏平¹, 小野 聖¹, 加藤 慎也², 後藤 和泰¹,
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, Satoshi Ono¹, Shinya Kato², Kazuhiro Gotoh¹,
Noritaka Usami¹, Yasuyoshi Kurokawa¹ (1.Nagoya Univ., 2.Nagoya Tech.)

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

【緒言】結晶シリコン太陽電池の変換効率の伸びしろは徐々に小さくなっており、さらなる高効率化にはワイドギャップ材料を用いたタンデムセルが注目されている。シリコン量子ドットは、量子効果によってバンドギャップの調整が可能であり[1]、低コストかつ大面積化が可能なオールシリコンタンデム太陽電池のトップセル材料候補として研究が行われている。本研究ではシリコン量子ドット積層膜のバリア層には結晶シリコンに対するパッシベーション効果の高い SiO_x を採用した。アニール後に SiO_x 膜でシリコンナノ結晶が形成されるかどうかは $\text{Si}:\text{O}$ 組成比で決定される。本発表では SiH_4 と CO_2 を用いたプラズマ CVD 法により SiO_x 膜を作製し、そのアニール後のシリコンナノ結晶の形成状態を評価した。

【実験方法】PECVD 法で基板温度 250 °C、圧力 25 Pa、RF 電力 0.0325 W/cm²、製膜時間 30 分で $\text{Si}:\text{O}$ 比の異なる SiO_x 薄膜を作製した。 SiH_4/CO_2 流量比 γ は 0.08~0.2 の範囲で変化させた。製膜後フォーミングガス雰囲気中で 30 分間 900 °C アニールを行った。ラマン散乱測定およびエリプソメトリ法でアニール後の構造・光学特性評価を行った。

【結果と考察】ラマン散乱測定より、Si 結合の TO フォノンモードのピーク強度から結晶化率を算出した。図 1 を見ると、 γ の減少とともに結晶化率は減少していることがわかる。これは膜中の酸素濃度が増加することで核生成確率が下がり、シリコンナノ結晶の成長が抑制されていることによるものと考えられる。図 2 を見ると、光学ギャップは γ が減少するとともに増加した。図の傾きが $\gamma=0.14$ 付近から変化しているが、 $\gamma=0.12$ ではシリコンナノ結晶が存在するため、それが光学ギャップに影響を与えるが、 $\gamma \leq 0.12$ ではシリコンナノ結晶が存在しないため、 SiO_x 薄膜の組成のみで光学ギャップが決まっていると考えられる。この結果から、シリコン量子ドット積層膜を作製する際にはドット層を $\gamma > 0.12$ でバリア層を $\gamma \leq 0.12$ で作製すればよいことがわかる。

【参考文献】 [1] Y. Kurokawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **46** (2007) L833.

【謝辞】本研究は先端的低炭素化技術開発(ALCA)の助成の元に行われた。

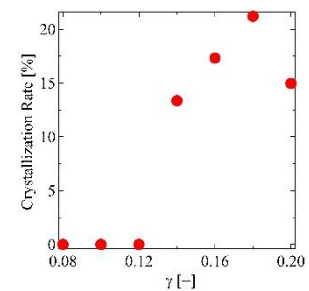


Fig.1 Crystallization rate of annealed a- SiO_x

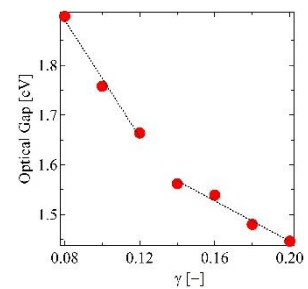


Fig.2 Optical gap of annealed a- SiO_x