

Ge 量子ドットと Si キャップ層の形状と歪へのカーボン被覆の影響

Influence on morphology and strain of covering Ge quantum dots or Si cap layer with carbon

東北大工¹、東北大院工²、学振特別研究員 DC³

○(B)有田 誠¹、(D)伊藤 友樹^{2,3}、川島 知之²、鷲尾 勝由²

Tohoku Univ.¹, Grad. Sch. Eng.², Tohoku Univ., JSPS Research Fellow DC³

○Makoto Arita¹, Yuhki Itoh^{2,3}, Tomoyuki Kawashima², Katsuyoshi Washio²

E-mail: m.arita@ecei.tohoku.ac.jp

【1. 研究背景】

カーボン(C)媒介による $c(4 \times 4)$ 表面再構成を利用した Si(100)基板上的 Ge 量子ドット(QD)の形成を検討してきた^{1),2)}。Ge QD の光学応用には、Si キャップ層の形成や Ge QD の積層が必要であるが、表面再構成の際の高温処理が QD の肥大化やキャップ層の形状変化を誘起する。本報告では Ge QD 上と Si キャップ上に C を堆積し、表面形状と格子歪への熱処理の影響を検討した。

【2. 実験方法】

Ge QD 上あるいは Si キャップ上に C を堆積した $C_2/Ge/C_1/Si(100)$ 構造(CGC)と $C_3/Si/Ge/C_1/Si(100)$ 構造(CSGC)を MBE 法により作製した。Si(100)基板上に 200°C で 0.25 ML の C を堆積(C_1)した後、 750°C で 10 分間の表面再構成処理を行った。その後、 450°C で 2 nm 厚の Ge を堆積し、QD を自己組織的に形成した。CGC 構造では 0.25 ML の C を QD 上に堆積し(C_2)、CSGC 構造では 10 nm 厚の Si を QD 上に堆積し 0.25 ML の C を堆積し(C_3)、再び 750°C で 10 分間熱処理した。

【3. 結果と考察】

CGC と CSGC 構造表面の AFM 像を Fig. 1 に示す。成長後の CGC と CSGC の QD 密度は $2.5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ と $1.8 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 、平均粒径は 17.7 nm と 23.8 nm であった。 C_2/C_3 層がない場合、熱処理による QD の肥大化と Si キャップ層の形状変化を観測した。 C_2/C_3 層を被覆した場合、成長後の CGC と CSGC の QD の形状を維持でき、CGC と CSGC の QD 密度はそれぞれ $2.4 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ と $1.7 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 、平均粒径は 18.3 nm と 23.9 nm となった。CGC と CSGC 構造の Raman スペクトル(励起波長:532 nm)を Fig. 2 に示す。 C_2/C_3 層がない場合、熱処理によって Ge-Ge 振動モードが完全緩和を示す 300.8 cm^{-1} に近づくことがわかった。一方 C_2/C_3 層を被覆した場合、熱処理によるピークシフトは観測されず、QD 形成時の歪を維持していると考えられる。この結果から、QD 上もしくは Si キャップ上の C 被覆は、熱処理による表面形状と歪の維持に有効と考える。

【4. 謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費 15H03554 と 16J01701 の助成を受けたものである。

【5. 参考文献】

- [1] Y. Satoh et al., Thin Solid Films **621** (2017) 42.
 [2] K. Yasuta et al., Mat. Sci. Semicon. Proc. in press (2017).
 DOI:10.1016/j.mssp.2016.11.004.

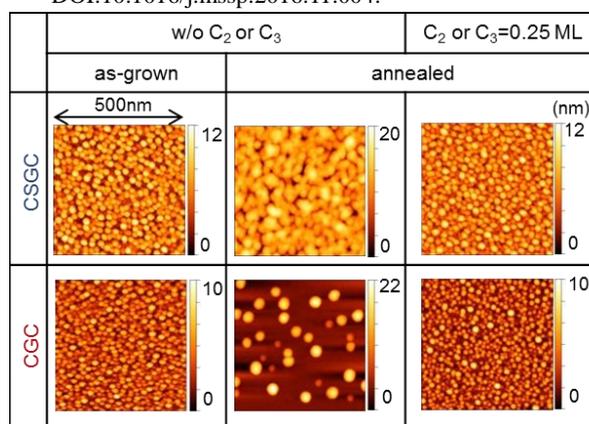


Fig. 1. AFM images of CGC and CSGC structures.

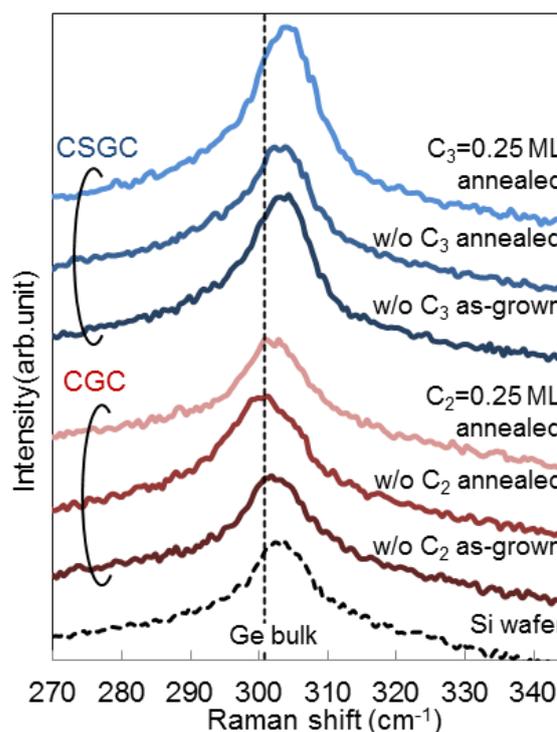


Fig. 2. Raman spectra of CGC and CSGC structures.