

Si_{1-x}C_x 歪補償中間層上のカーボン媒介による Ge 量子ドットの自己組織的成長

Self-assembled growth of Ge quantum dots

on strain-compensated Si_{1-x}C_x spacer via carbon mediation

東北大院工¹、学振特別研究員 DC² ○伊藤 友樹^{1,2}、川島 知之¹、鷲尾 勝由¹

Grad. Sch. Eng., Tohoku Univ.¹, JSPS Research Fellow DC²

○Yuhki Itoh^{1,2}, Tomoyuki Kawashima¹, Katsuyoshi Washio¹

E-mail: itoh.yuhki@ecei.tohoku.ac.jp

【1. 研究背景】

カーボン(C)媒介による c(4×4)表面再構成(SR)を利用した Si(100)基板上の Ge 量子ドット(QD)の自己組織的形成を検討してきた^[1,2]. Ge QD の光学応用には QD の積層が必要であるが、積層数の増加に伴い QD 層に歪が蓄積し、QD の肥大化が発生する。本報告では、化合物半導体の QD 積層で利用されている歪補償法^[3]を Ge QD 積層に応用し、Si_{1-x}C_x 歪補償層中間層上の Ge QD 形成について検討した。

【2. 実験方法】

試料は MBE により作製した。水素終端した Si(100) 基板を 880°C で 15 分間の表面清浄化後、10 nm の Si_{1-x}C_x 層を基板温度 550°C で堆積した。その後、0.25 ML の C を 250°C で堆積し、750°C で 10 分間の SR 処理後、2 nm の Ge を 450°C で堆積し、QD を自己組織的に形成した。

【3. 結果と考察】

Si_{1-x}C_x 層上の QD の AFM 像を Fig. 1 に示す。参考として Si 基板上に SR を利用して形成した QD も Fig. 1(d)に示した。SR を利用せずに Si_{0.995}C_{0.005} 層上に QD を形成した場合 (Fig. 1(a))、粒径が大きく、不均一なドットが形成された。一方、Si_{0.995}C_{0.005} 層上に SR を利用した場合 (Fig. 1(b))、孤立した QD が均一に形成された。このときの平均粒径と QD 密度は、35.8 nm と $4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ であった。しかし、Si_{0.987}C_{0.013} 層上では (Fig. 1(c))、QD が繋がったような表面形状が観測された。これは Si_{1-x}C_x 層の表面ラフネスの増加に起因していると推察する。それぞれの試料の Raman スペクトル(励起光波長:532 nm)を Fig. 2 に示す。SR を利用しない場合、Ge-Ge 振動モードが完全緩和を示す 300.8 cm^{-1} から高波数側にシフトし、QD に圧縮歪が印加されているのに対して、SR により形成した QD は、すべての試料でほぼ完全緩和している。これは、Si_{1-x}C_x 歪補償中間層上においても、SR を利用することで Si 基板上と同様の QD が形成できることを

示唆している。

【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. Itoh et al., Microelec. Eng. **125** (2014) 14.
- [2] Y. Satoh et al., Thin Solid Films **621** (2017) 42.
- [3] K. Akahane et al., Appl. Phys. Lett. **93** (2008) 041121.

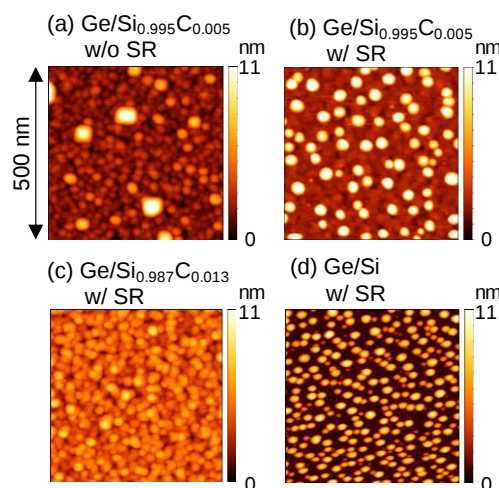


Fig. 1. AFM images of Ge QDs on Si_{1-x}C_x layer.

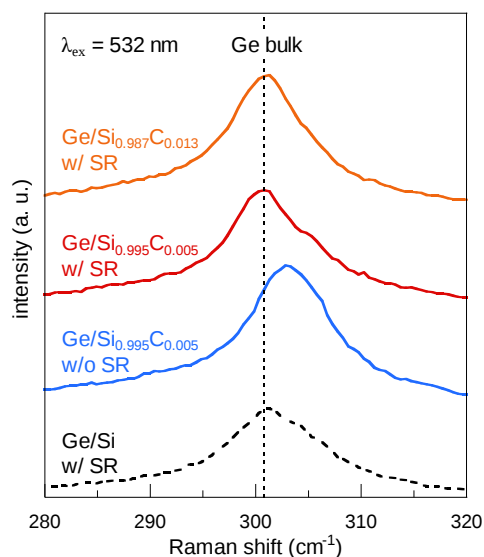


Fig. 2. Raman spectra of Ge QDs on Si_{1-x}C_x layer.