余剰カーボンの C-Si 反応 Ge 量子ドット形成への影響

Influence of excessive carbon on Ge quantum dots formation using C-Si reaction

°安田 康佑 [1]、伊藤 友樹 [1, 2]、川島 知之 [1]、鷲尾 勝由 [1]
(1. 東北大院工、2. 学振特別研究員 DC)
°Kosuke Yasuta[1], Yuhki Itoh[1, 2], Tomoyuki Kawashima[1], and Katsuyoshi Washio[1]
(1. Tohoku Univ., 2. JSPS Research Fellow DC)
E-mail: yasuta@ecei.tohoku.ac.jp

【研究背景】

C-Si 反応による c(4×4)表面再構成(SR)を利用した Ge 量子ドット(QD)形成を検討し[1, 2]、SR に要する以上の過剰な C 堆積量(C_C)で Stranski-Krastanov(SK)モードの高密度な QD 形成を報告した[3]。この C 媒介では、C-Si 反応による c(4×4)表面再構成とは別の QD 成長要因があると考える。本報告では、C-Si 反応温度(T_R)と C_C を変えて、過剰 C の QD 形成への影響を検討した。

【実験方法】

試料は固体ソース MBE 装置により作製した。Si(100)基板上に 200°C で C を 0.5 と 2 ML 堆積し、チャンバー内で 650 - 850°C の熱処理により C と Si を反応させ、550°C で Ge を 3 nm 堆積した。Ge の堆積速度は 1.6 nm/min である。AFM により QD 形状を評価した。

【実験結果】

C_C と T_R を変化させた時の AFM 像を Fig. 1 に示す。また、T_R に対する Ge QD の粒径と密度の依存性を Fig. 2 に示す。エラーバーは粒径の標準偏差を示す。C_C = 0.5 ML では、T_R の上昇に伴い QD が小粒径、高密度、高均一化し、850°C で粒径 11.6 ± 2.1 nm、密度 6.6×10^{11} cm^{-2} の QD を形成した。また、T_R = 850°C で成長モードが Volmer-Wever モードから SK モードに遷移した。一方、C_C = 2 ML では、T_R によらずほぼ同じ粒径で高均一の SK モード QD を形成し、850°C では粒径 9.0 ± 1.4 nm、密度 9.1×10^{11} cm^{-2} であった。この結果は、C_C = 2 ML では、T_R によらず同量の C が C-Si 反応に消費され、余剰な C が C-Ge 結合を形成し、核形成時の界面エネルギーを低減したためと推察している。講演では、過剰 C 堆積時の C-Si 反応や Ge QD 中への C の拡散、C の sp^2、sp^3 結合比率の T_R による変化の分析・検討結果から、過剰 C-Si 反応媒介における Ge QD の形成過程について発表する。

【謝辞】

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

【参考文献】

[1] Y. Satoh, et al., J. Cryst. Growth, 438 (2016) 1.
[2] Y. Satoh, et al., Thin Solid Films, 602 (2016) 29.
[3] 安田康佑 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 20a-H112-8.

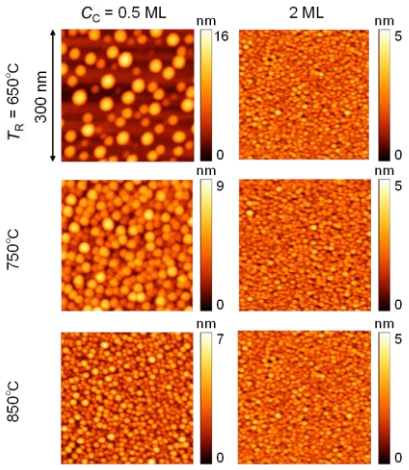

Fig. 1. AFM images of Ge QD for C_C = 0.5 and 2 ML for T_R = 650 - 850°C.

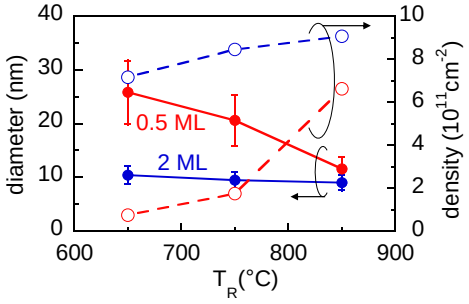

Fig. 2. Dependences of diameter and density of Ge QD on T_R for C_C = 0.5 and 2 ML.

© 2016年 応用物理学会