

真空蒸着と低温アニールによる Bi 媒介 Ge ナノドット形成-1

Bi-mediated formation of Ge nanodots by vacuum evaporation and low temperature annealing -1

弘前大理工¹, NTT 物性基礎研², NTT アドバンステクノロジー³ ○(M1) 滝田健介¹, (B) 対馬和都¹, 遠田義晴¹, 俵毅彦², 館野功太², 章国強², 後藤秀樹², 池田高之³, 水野誠一郎³, 岡本浩¹

Hirosaki Univ.¹, NTT Basic Res. Labs.², NTT-AT³ ○K. Takita¹, K. Tsushima¹, Y. Enta¹,

T. Tawara², K. Tateno², G. Zhang², H. Gotoh², T. Ikeda³, S. Mizuno³, H. Okamoto¹

E-mail: okamoto@eit.hirosaki-u.ac.jp

1. はじめに: Ge ナノドットは Si フォトニクスにおける発光素子や量子ドットフローティングゲートメモリ等への応用が期待されており、MBE 法やプラズマ CVD 法による報告が行われているが、汎用プロセス装置で作製できれば適用範囲を広げることができる。我々は Bi サーファクタントを用いた In(Ga)As 量子ドットの作製経験をもとに[1]、真空蒸着法による Bi を媒介した Ge ナノドットの低温形成を試みてきた[2,3]。しかしながらこの手法で形成できるナノドットは Bi を含むアモルファスドットであり、さらに最近 Bi の効果はサーファクタントとは異なるものであることもわかってきた。今回、アニール処理を加えることにより、熱酸化膜付き Si 基板の上に結晶 Ge のナノドット形成を試みた。

2. 実験: 高真空蒸着装置を用い、5 nm の熱酸化膜付き Si 基板の上に基板温度 130°C で Bi を 0.2 nm 抵抗加熱蒸着後、Ge を 1.2 nm EB 蒸着した。続いて同装置内で 300°C 30 分、400°C 30 分のアニールを連続して行った。比較用としてアニール処理を行わない試料も作成した。

3. 結果: Fig.1 に HAADF-STEM 像を示す。左側のナノドットには格子配列が認められ、FFT 解析により(111)方向の結晶形成が確認された。Table 1 に EDX 分析による原子数比を示す。ナノドット中には Bi はほとんど含まれず、Ge のナノドットが形成されていることがわかる。Si や O の信号は大気暴露による酸化や二次励起による周囲の情報によると考えられる。Fig.2 (a, b)にそれぞれアニールなし、ありの試料の AFM 像 (1.0 μm 角)を、Fig.3 に両試料の AES スペクトルを示す。アニールによって Bi の信号がほぼ消失しており、Bi と Ge が混合したアモルファスの初期ドットからアニールによって Bi が排出され昇華する過程において Ge の結晶ナノドットが形成されたと考えられる。

[1] Okamoto他: Jpn. J. Appl. Phys. 49,06GJ01 (2010). [2] 岡本他: 春期応物学会 18p-F6-7 (2014). [3] 鈴木他: 応物東北支部学術講演会 3P21 (2015).

謝辞: 技術支援を頂いた氏家夏樹氏と安藤賢氏に感謝する。本研究は JSPS 科研費 26420264 の助成を受けた。

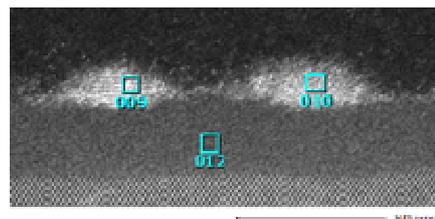


Fig.1 HAADF-STEM image of Ge nanodots

Table 1 atomic ratio by obtained EDX (atm %)

	O	Si	Ge	Bi
009	30.6	10.1	59.0	0.3
010	19.4	13.1	66.1	1.4
012	57.0	42.7	0.0	0.3

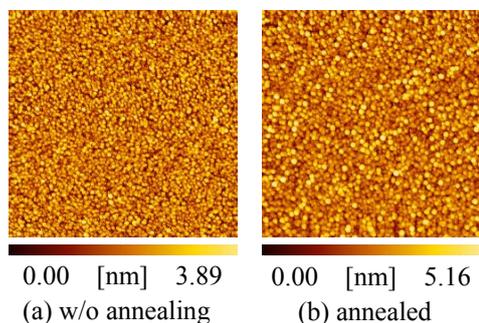


Fig. 2 AFM images of Ge nanodots.

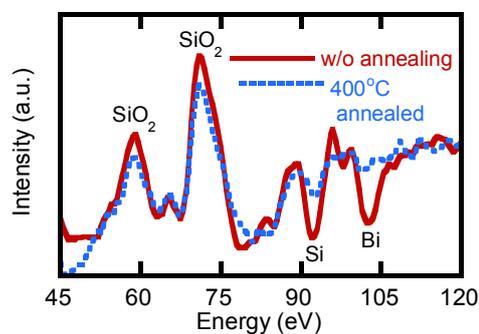


Fig. 3 AES spectra of Ge nanodots.