

Bi サーファクタントを用いた Ge ナノドットの低温形成

Low temperature formation of Ge nanodots using Bi as a surfactant

弘前大¹, NTT 物性基礎研² ○岡本浩¹、林一稀¹、小林弓華¹、
俵穀彦²、館野功太²、章国強²、後藤秀樹²

Hirosaki Univ.¹, NTT Basic Res. Labs.² ○H.Okamoto¹, K. Hayashi¹, Y. Kobayashi¹,

T. Tawara², K. Tateno², G. Zhang², H. Gotoh²

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

はじめに： これまでに Bi をサーファクタントとした MOVPE 成長によって良好な光学特性を有する InAs 量子ドットを作成し[1,2]、種々の評価を行ってきた[3-5]。今回、Ge ナノドット形成に Bi サーファクタントを用いることにより、室温付近の低温でも高密度のドット形成が可能であることを明らかにした。

実験： ナノドット形成には高真空蒸着装置を用い、(100) Si 基板上に Bi を 0.3~2 nm 抵抗加熱蒸着後、Ge を 3 nm EB 蒸着した。

結果： Fig. 1(a-d) に Bi を 1nm 一定とし、基板温度を変化させた場合の AFM 像 (スキャン領域 $0.5 \mu\text{m} \times 1.0 \mu\text{m}$) を示す。Fig. 1(a)は基板加熱を行わず室温(RT)蒸着した結果であり (基板温度は EB ソースからの放射熱で約 35°C まで上昇)、この低温下において高密度な Ge ナノドットが形成できることが確認された。このことはポリイミドや PET フィルム上へのナノ構造の作製や、フォトレジストを用いたリフトオフプロセスへの対応が可能であることを示している。今回の実験条件においては Si 表面に極薄の酸化膜が形成されていると考えられるが、装置内で Si 薄膜形成と上記 Ge ナノドット形成を連続して行った場合においても同様の Bi サーファクタント効果が得られている。基板温度を上げると Fig. 1(b-c) のようにドットのサイズが大きくなり、密度は下がっていく。また、Fig. 1(d) の基板温度においては構造が不均一な凹凸をもつ薄膜に変化しているが、これは Ge 蒸着前に Bi の脱離が起きたものと考えられる。Fig. 2(b-d)

は Bi の蒸着厚を変化させた時の AFM 像である。Bi 厚によってドットのサイズと密度をコントロールできることがわかる。Fig. 2 (a) の Bi なしの場合 Fig. 1(d)と同様の薄膜となった。以上の通り Bi サーファクタントの導入によって Ge ナノドットの低温成長が可能となった。従来の Sb サーファクタントや極薄 C 層、極薄酸化膜層を利用した Ge ナノドット形成法では報告例のないユニークな特性である。

謝辞： 本研究は JSPS 科研費 23560354 の助成を受けた。

[1]岡本他: 秋期応物 25p-T-19 (2006). [2] Okamoto 他: Jpn. J. Appl. Phys. **49**, 06GJ01 (2010).

[3] Tawara 他: Opt.Exp. **17**, 6643 (2009). [4] Cade 他: Phys. Rev. B **73**, 115322 (2006).

[5] 鈴木他: 秋期応物学会 29a-PB7-4 (2013).

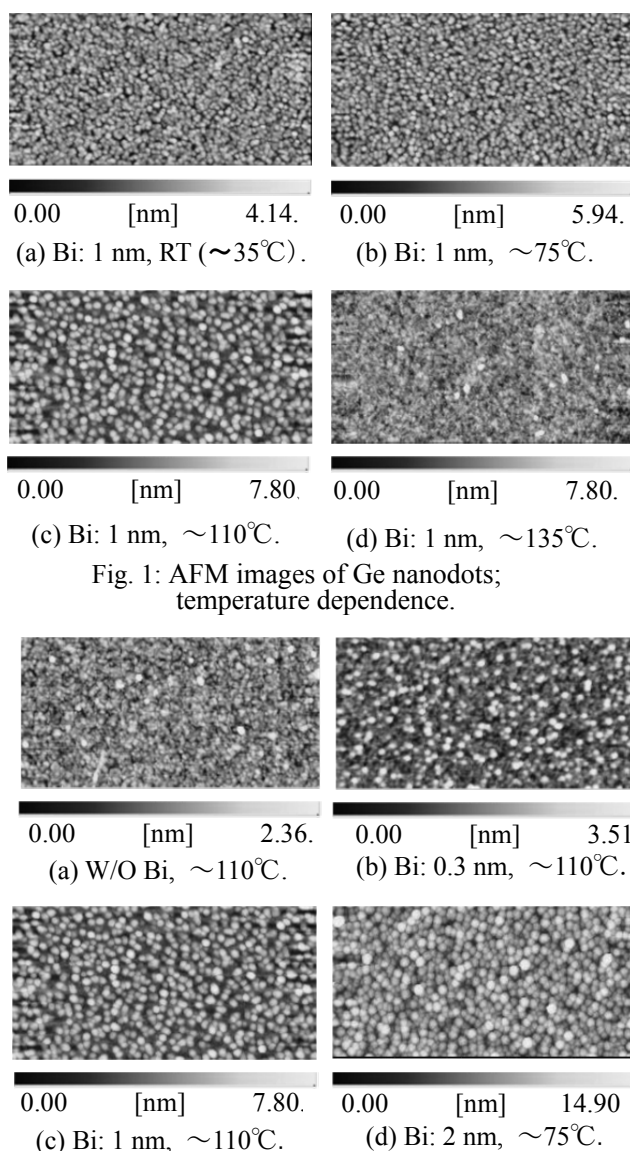


Fig. 1: AFM images of Ge nanodots; temperature dependence.

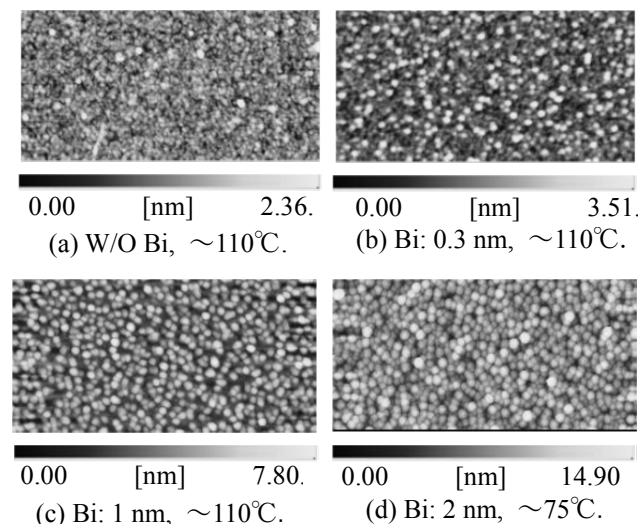


Fig. 2: AFM images of Ge nanodots; dependence of Bi thickness.