

InAs 系量子ドットにおける Bi 原子の表面偏析

Surface segregation of Bi atoms in InAs-based QDs

広島大学大学院 ¹先進理工系科学, ²先端物質科学 両研究科, ³愛媛大学大学院 理工学研究科,⁴東レリサーチセンター, ⁵情報通信研究機構○岡村祐輝¹, 藤野翔太郎², 横手竜希², 吉岡顕大¹, 富永依里子^{1,2*},行宗詳規³, 石川史太郎³, 林将平⁴, 赤羽浩一⁵Grad. School of Adv. Sci. Eng¹, AdSM², Hiroshima Univ., Grad. School of Sci. Eng, Ehime Univ³.,Toray Research Center⁴, National Institute of Information and Communications Technology⁵.○Yuki Okamura¹, Shotaro Fujino², Ryuki Yokote², Kenta Yoshioka¹, Yoriko Tominaga^{1,2*},Mitsuki Yukimune³, Fumitaro Ishikawa³, Shohei Hayashi⁴, Kouichi Akahane⁵

*e-mail: ytominag@hiroshima-u.ac.jp

1. 研究背景 : 我々は, バンドギャップの温度依存性が低減できる Bi 系 III-V 族半導体混晶[1]からなる量子ドットの成長に取り組んでおり, その状態密度の離散化によるしきい値電流の温度依存性も低減した量子ドットレーザ[2]の開発を目指している. 本研究では, 分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて成長した積層 InAsBi 量子ドットの試料中の Bi 原子の取り込みや分布の様子を明らかにすることを目的とした.

2. 実験方法 : InAs_{1-x}Bi_x 量子ドットは, MBE 法を用いて積層構造の 3 つの試料を成長した. 周期は 10 とした. Sample A は 350 °C で成長速度 0.56 ML/s で成長を行った. 先行研究より, Bi 系 III-V 族半導体における Bi の取り込みには V 族/III 族の供給原子数比[3,4]や成長速度[5]が重要であることから, Sample B と C はそれらを考慮し成長した. 最表面に量子ドットを形成して成長を完了した. 構造評価にはラザフォード後方散乱法, 高角散乱環状暗視野走査透過電子顕微鏡 (HAADF-STEM), エネルギー分散 X 線分光法を用いた.

3. 結果および考察 : 試料の断面 STEM 像において, 10 周期の積層構造が確認できた. 試料内部の HAADF-STEM 像の強度のラインプロファイルの結果を図 1 に示す. V 族元素と III 族元素のペアのピークについて, 黄色の領域は III 族元素の強度ピークがペアの V 族元素のピークに対し上回っている箇所を示している. この試料の成長に使用した元素から, 図 1 の黄色の領域は In が含まれていることを示唆している. 緑色の領域は V 族元素の強度ピークがペアの III 族元素のピークに対し上回っている箇所を示しており, Bi が含まれている可能性が高い箇所を示している. 緑の領域は InAs_{1-x}Bi_x 層内部のため, Bi の偏析が抑制されていることを示唆している.

謝辞 : 本研究は, 村田学術振興・中国電力技術研究・古川技術振興各財団ならびに科研費 21H01829, 21K04914, 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業 (広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所) の助成および支援によって遂行されたものです.

参考文献 : [1] K.Oe et al., JJAP, **37**, 1283 (1998). [2] 赤羽浩一, 量子ドットエレクトロニクスの最前線, pp.29-38, 株式会社 NTS, 2011 年. [3] Y. Tominaga, et al., *under review*. [4] P. T. Webster, et al, J. Vac. Sci. Technol. B, **32**, 02C120 (2014). [5] T. Passow, et al, J. Appl. Phys., **102**, 073511 (2007).

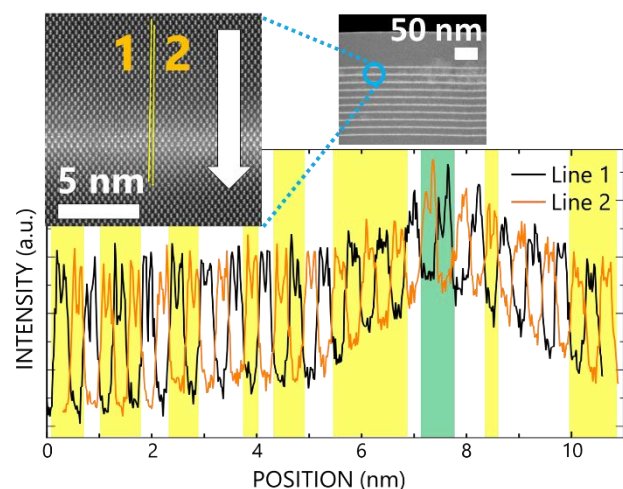


Fig. 1. Line profile of intensity on HAADF-STEM images of sample C.