

課題番号 : F-20-RO-0049
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : InAs 系積層量子構造の構造解析
Program Title (English) : Structural analysis of stacked InAs-based quantum structures
利用者名(日本語) : 藤野翔太郎¹⁾, 横手竜希¹⁾, 岡村祐輝²⁾, 富永依里子¹⁻³⁾
Username (English) : S. Fujino¹⁾, R. Yokote¹⁾, Y. Okamura²⁾, Y. Tominaga¹⁻³⁾
所属名(日本語) : 広島大学 1)院・先端物質科学研究科, 2) 工学部第二類, 3) 院・先進理工科学研究科
Affiliation (English) : 1) AdSM, 2) Cluster 2, School of Eng., 3) Grad. School of Adv. Sci. and Eng., Hiroshima Univ.
キーワード/Keyword : 形状・形態観察, 分析, ラザフォード後方散乱法, 積層構造

1. 概要(Summary)

Bi 系 III-V 族半導体半金属混晶は発光波長が温度に対して変化しにくく, 量子ドット構造は発光強度が温度に対して変化しにくいことが報告されている[1,2]. そのため, これらを組み合わせた Bi 系半導体量子ドットは, 動作特性が温度に依存しない光通信用半導体レーザーの新材料として期待できる. 本グループはこれを提案し, 本研究では $\text{InAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 量子ドットの成長を試みた. 試料表面の構造や試料内への Bi の取り込み, 偏析について原子間力顕微鏡 (AFM) とラザフォード後方散乱法 (RBS) を用いて調べたので報告する.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ラザフォード後方散乱測定装置, 原子間力顕微鏡

【実験方法】

分子線エピタキシャル成長 (MBE) 法を用い, 成長温度 280°C で GaAs 基板上の積層構造 $\text{InAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 量子ドットの成長を試みた. 成長後に AFM を用いて最表面の $\text{InAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 量子ドットの構造観察を行い, RBS を用いて積層構造 $\text{InAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 量子ドットの Bi 原子の分布の解析を行った. 加速電圧は 2.0 MeV , 積算電気量は $10\ \mu\text{C}$ で, イオンの入射方向と結晶軸を揃える Aligned 測定と揃えない Random 測定を行った.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

試料表面を AFM 観察した結果, 幅が $150\text{-}200\text{ nm}$, 長さが $400\text{-}600\text{ nm}$ で $[1\text{-}10]$ 方向に細長く伸びた構造物を確認した. この原因として, 弾性異方性の差や Bi 照射によって $[1\text{-}10]$ 方向に吸着原子の拡散長が長くなる可能性が考えられる. RBS 測定結果を図 1 に示す. $\text{InAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 薄膜の場合, MBE を用いて $400\text{-}700^\circ\text{C}$ で成長すると Bi 原子が表面偏析し, 成長表面から蒸発することが報告されている[3]. 本研究では 280°C で成長したた

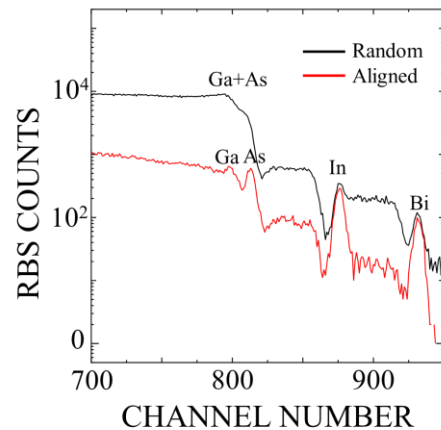


Figure 1: RBS spectra of stacked InAs(Bi) quantum dots.

め, Random 測定の結果から試料内に Bi が取り込まれていることがわかる. 最表面の $\text{InAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 構造物の直下には 50 nm の GaAs 層を成長しており, Bi の信号に着目すると Surface peak の低チャンネル側でその強度が小さくなっていることから GaAs キャップ層への Bi の拡散が抑制されていると考えられる. よって, $\text{InAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 構造層からドット間のスペーサー層への Bi 原子の拡散や表面偏析も抑制されていると考えられる.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献 [1] K. Oe et al., JJAP, **37**, L1283, (1998). [2] J. W. Mayer, et al., Ion Beam Handbook for Material Analysis, Chapter 1, pp.37~41, ACADEMIC PRESS (1977). [3] P. T. Webster, et al., JVST B, **32**, 02C120 (2014).

・競争的資金 [a] 村田学術振興財団 第 35 回 研究助成 (自然科学). [b] 中国電力技術研究財団 2019 年度試験研究助成 (A).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

・横手, 藤野, 富永ら, 日本材料学会半導体エレクトロニクス部門委員会 2020 年度第 3 回研究会, 2021 年 1 月, オンライン開催.

6. 関連特許(Patent)

なし.