

分子線堆積法による SiO_x/半導体上への InAs 量子ドットの自己形成(2)Self-Formation of InAs Quantum Dots on SiO_x/Semiconductor Substrates

by Molecular Beam Deposition (2)

電通大 基盤理工 ○(M2)馬飼野 彰宜, 坂本 克好, 曾我部 東馬, 山口 浩一

Univ. Electro-Comm. ○A. Makaino, K. Sakamoto, T. Sogabe, K. Yamaguchi

E-mail: makaino@crystal.ee.uec.ac.jp

はじめに 通常の自己形成量子ドット(QD)は、半導体単結晶基板上に SK 成長モードまたは液滴エピタキシ法によってエピタキシャル成長させるため、基板結晶と成長結晶の組み合わせが制限される。酸化膜上やガラス基板上へ良質な半導体 QD を直接成長することが可能となれば、QD デバイス応用の拡張も期待される。前回、分子線堆積(MBD)法による SiO_x/GaAs(or Si)基板上への InAs QD の成長構造とその発光特性について報告した[1,2]。今回は、SiO_x 膜上への InAs QD の MBD 成長における As₄ 分子線と As₂ 分子線の照射による違いについて検討を加えたので報告する。

実験 MBE 成長チャンバを用い、SiO_x(500 nm)/GaAs(100)基板を 590 °C で熱処理を行った後、バルブドクラッカーセルによる As₄ または As₂ 分子線照射下での In 分子線の供給を制御し、基板温度 370 °C で InAs の成長を行なった。その後 As₄ または As₂ 照射下で 4 分間の熱処理を行った。成長中は RHEED 観察により、成長後は AFM により結晶構造の解析評価を行ない、発光特性は、励起光波長 635 nm (100 mW) により 15 K でのフォトルミネッセンス(PL)測定を行った。

結果・考察 Fig.1 には、SiO_x/GaAs 基板上に As₄ 照射(a)または As₂ 照射(b)下で成長した InAs ドット構造の AFM 像をそれぞれ示す。As₄ 照射下で成長した試料(a)では密度 $1.5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 、ドットの高さ 4.8 nm、横方向サイズ 15.4 nm に対し、As₂ 照射下で成長した試料(b)では密度 $8.5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 、高さ 3.3 nm、横方向サイズ 11.6 nm であった。As₄ に比べ反応性の高い As₂ の照射により InAs 結晶化が促進されたものと考えられる。Fig.2 にはそれぞれの PL スペクトルを示す。As₂ 照射の試料では As₄ 照射の試料に比べて、ピークエネルギーのブルーシフト(230 meV)と PL 半値幅の狭線化が観測され、As₂ 照射による InAs QD サイズの減少および高均一化によるものと考えられる。また As₂ 照射では QD 密度も高いために PL 強度も増大していることが分かる。As₂ は反応性も高く、再蒸発しやすい酸化膜上での As 系半導体 QD の結晶化には、As₂ 照射は有効であることが分かった。

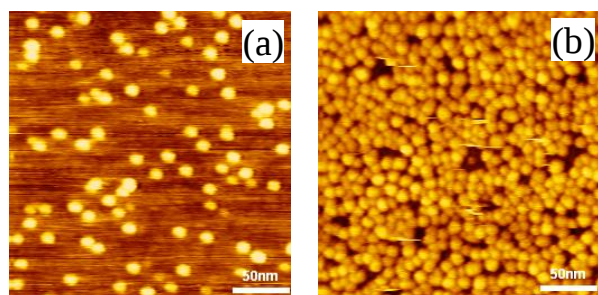


Fig.1. AFM image of InAs QDs grown on SiO_x/GaAs. ((a) As₄ irradiation, (b) As₂ irradiation)

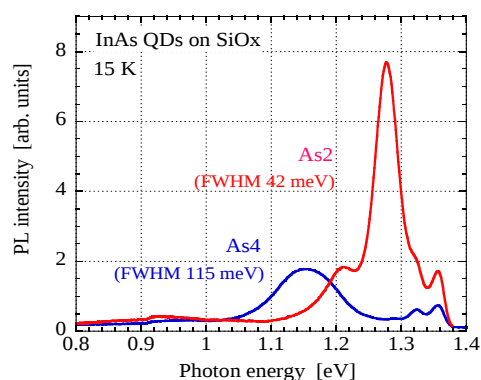


Fig.2. PL spectra (15 K) of InAs QDs on SiO_x/GaAs. (As₄ and As₂ irradiation)

参考文献 :

- [1] 馬飼野他, 2018 年春季第 65 回応物講演予稿集, 18p-P8-5.
- [2] A. Makaino et al., *Appl. Phys. Express* (2018) [in press].