

サブモノレイヤー成長法における GaAs 層膜厚による量子構造制御

Control of quantum structures by the thickness of GaAs spacer layer during stacked submonolayer growth

豊田工大 ○(B)奥泉陽斗, ロカ ロネル クリスチャン, 神谷 格

Toyota Technological Institute, °Haruto Okuizumi, Ronel Christian I. Roca, Itaru Kamiya.

E-mail: sd18023@tti-j.net, roca.ronel@toyota-ti.ac.jp, kamiya@toyota-ti.ac.jp

【背景・目的】 Stranski-Krastanov (SK) 成長を用いて GaAs 上に形成される In(Ga)As 量子ドット(QD)のデバイス応用への研究は既に盛んに行われている[1]. 一方, GaAs 上に InAs ナノ構造体を形成する新たな成長法の一つに, 原子層未満の InAs と数原子層の GaAs の交互積層を行うサブモノレイヤー(SML)成長法があり, 各々の層の堆積量による InAs QD と量子ディスク(QDc)を作り分けが報告されている[2]. 本研究では, InAs/GaAs の SML 成長時に 2 次元・3 次元の量子構造の作り分けと、その機構説明・制御のため, 1 サイクル当の InAs 堆積量固定の下、GaAs スペーサー層膜厚の依存性を検討した.

【実験方法】 試料は, 分子線エピタキシー (MBE) で作製した. GaAs(001)基板を 600°C まで昇温させ酸化膜除去を行った後 590°C に降温し, GaAs バッファー層を 100nm 堆積させた. 次に基板温度を 500°C に下げ, 6ML の reference の InGaAs 量子井戸(QW)を成長させた. その後, SML 構造として, InAs 層と GaAs 層を交互に 9 回, 最後に InAs 層をもう一度堆積させた後急冷し, 試料の製作を終了した. SML 構造における InAs の各層の堆積量は全て 0.5ML, GaAs 層の各層の堆積量は 2.35, 2.5 ML の 2 種とした. 製作した試料の表面を, 原子間力顕微鏡(AFM), 蛍光特性をフォトルミネッセンス(PL)測定した.

【実験結果】 AFM 測定より, GaAs 層の堆積量が 2.35 ML の試料では QD 形成が確認された. また, PL 測定では, 918nm の蛍光は両方の試料に, 1100nm の蛍光は 2.35 ML の試料のみに現れた(Fig. 1). SML 成長で QD 形成に至っていない時は, 混晶状の 2 次元構造中に In 組成の分布が存在する[3]. 918nm の蛍光は In 組成の高い領域からの発光と考えられる. また, AFM との比較から, 1100nm の発光は InAs QD からの発光と考えられる.

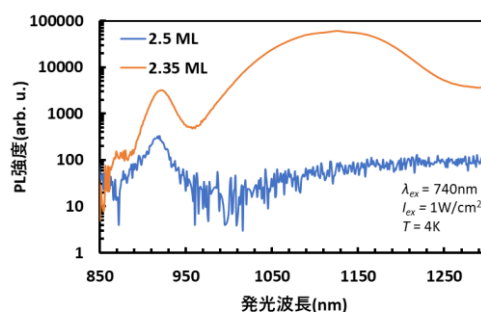


Fig. 1 The result of the samples by PL.

【結論】 SML 成長法で GaAs 層の膜厚を減じると, 急峻に InAs QD の形成が進むことが判明した. また, 1) InAs QD と 2) 組成分布を含む 2 次元構造が混在する構造 が形成されることが示唆された.

【謝辞】 本研究は文科省の補助下、豊田工大スマートエネルギーセンターの一環として行われた.

【参考文献】

- [1] 例えば M. Kuntz, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **85** (2004) 843.
- [2] R. C. Roca & I. Kamiya, Phys. Status Solidi B **258** (2021) 2000349.
- [3] S. Harrison, *et al.*, Phys. Rev. B **93** (2016) 085302.