

GaAsキャップ温度による窒素ドーパGaAs(001)面上InAs量子ドットの発光波長への影響

Effects of GaAs-capping temperature on the emission wavelength of InAs quantum dots on nitrogen-doped GaAs (001) surfaces

神戸大院工¹, 神戸大研究基盤セ², °海津 利行^{1,2}, 上西 奈緒人¹, 喜多 隆¹

Grad. Sch. of Eng., Kobe Univ.¹, CSREA, Kobe Univ.², °T. Kaizu^{1,2}, N. Uenishi¹, and T. Kita¹

E-mail: kaizu@crystal.kobe-u.ac.jp

はじめに これまで我々は窒素(N)ドーパGaAs (001)面上のInAs量子ドット(QDs)の自己形成において、N面密度の増加とともにQD体積が減少する一方、発光波長はアンドープGaAs上InAs QDsと比べて長波長化することを報告している[1]。また別の発光波長制御手法として、アンドープGaAs上InAs QDsにおいて、GaAsキャップ層の成長温度の低下にともなう発光波長の長波長化についても報告している[2]。本研究では、これら2つの手法を組み合わせたQD発光波長のさらなる長波長化を目指し、NドーパGaAs (001)面上のInAs QDsにおいて、GaAsキャップ温度による発光波長への影響について検討した。**実験** 試料は、高周波プラズマソースを有する分子線エピタキシーを用いて、GaAs(001)基板上に作製した。GaAs(001)面上にプラズマソースで発生させたN原子種を基板温度480°Cで100 s間照射してNドーパを行った。RFパワーをオフにして、InAs QDs(2.0分子層)を成長した後、基板温度430°Cと480°CでGaAsキャップ層をそれぞれ成長した。これらの試料のフォトルミネッセンス(PL)測定(励起波長659 nm)を行った。

結果と考察 Nドーパ時間の増大にともない、下地のGaAs層からQDsへのGa原子の混入がNドーパ層によって抑制されるため、QDサイズが減少する一方、QDsのIn組成が高くなるのが先行研究で示されている[1]。これら2つの効果に加えて、GaAs埋め込み成長過程におけるIn-GaインターミキシングによるQD縮小も発光波長に影響を及ぼす。Fig.1に、NドーパGaAsおよびアンドープGaAs表面に形成したInAs QDsのGaAsキャップ温度430°C、480°Cにおける室温PLスペクトルをそれぞれ示す。Nドーパ試料においても、アンドープ試料と同様に低温キャップで発光波長が長波長化していることから、GaAs埋め込み成長過程におけるQD縮小の抑制が示された。また、430°Cキャップでは、Nドーパ時間によるQD発光波長の変化が小さくなっており、これはas-grown QDサイズ減少とQDsのIn組成増大の2つの効果のトレードオフによって説明できる。一方、480°Cキャップでは、Nドーパ時間の増大とともに発光波長は単調に長波長化している。埋め込み成長過程におけるQD縮小は、高いキャップ温度で顕著になるため、発光波長はas-grown QDサイズに依存せず、In組成によって決定される。したがって、NドーパGaAs表面上InAs QDsのas-grownサイズを増大させ、それらを低温キャップで埋め込むことによって発光波長のさらなる長波長化が期待される。

[1] T. Kaizu *et al.*, J. Appl. Phys. **119**, 194306 (2016).

[2] T. Kaizu *et al.*, J. Appl. Phys. **118**, 154301 (2015).

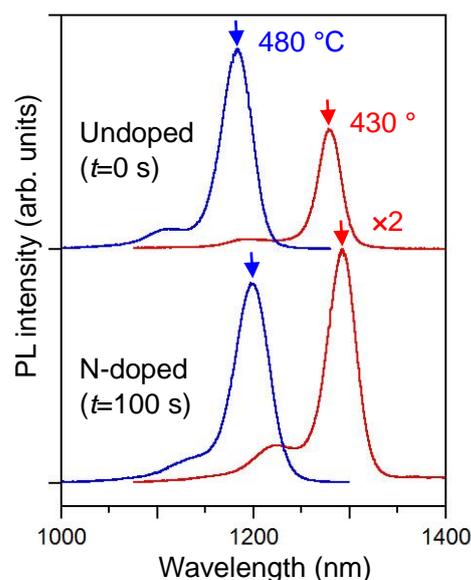


Fig. 1 Room-temperature PL spectra of InAs QDs grown on the undoped- and N-doped GaAs surfaces for GaAs capping temperatures of 430 and 480 °C. The arrows indicate the peak positions.