

GaAs キャップ層成長速度の異なる InAs 量子ドットの時間分解発光特性

Time-resolved emission properties of InAs quantum dots

with different growth rates of GaAs cap layer

北大院情報科学 ○和泉蒼翼, 樋浦諭志, 高山純一, 村山明宏

Faculty of Information Science and Technology, Hokkaido Univ.

○S. Izumi, S. Hiura, J. Takayama, and A. Murayama

E-mail: sohsuke_i@eis.hokudai.ac.jp

III-V族化合物半導体の量子ドット(QD)は、三次元方向の強い量子閉じ込め効果により高い発光効率と発光寿命に対する長いスピン緩和時間を持つため、スピン光デバイスの活性層への応用が期待されている[1]。なかでも InAs QD は、QD 準位とバリアとのエネルギー差が大きいため、高温で支配的な QD からバリアへのキャリアの熱脱離が InGaAs QD と比べて小さく、室温でより強い発光が期待される。しかし、InAs QD は GaAs キャップ層の成長時に QD の In 原子とキャップ層の Ga 原子の相互拡散が生じ、QD の In 組成が減少するとともに、QD の高さが低下する[2, 3]。そこで、In と Ga の相互拡散を抑制するために、InAs QD を埋め込む GaAs キャップ層の成長速度を増加させ、QD の高さの保持と In 組成の増加を目指した。本研究では、GaAs キャップ層の成長速度を変えた InAs QD 単層試料を作製し、時間分解 photoluminescence(PL)によりキャリアダイナミクスを評価するとともに、走査型透過電子顕微鏡測定により QD のサイズ分布と組成を調べた。

GaAs キャップ層の成長速度を 0.3, 0.5, 0.7 ML/s とした 3 種類の InAs QD を、分子線エピタキシー法により GaAs(100)基板上に自己組織化成長させた。QD の成長条件は各試料で同条件とした。図 1(a)に 260 K で取得した 0.3 ML/s と 0.7 ML/s の QD 試料の PL スペクトルを示す。キャップ層の成長速度を速くすることで、InAs QD の基底準位が低くなり、発光強度が約 3 倍に増加した。図 1(b)に同温度で取得した PL 減衰特性を示す。発光強度と同様に、PL 減衰時間が 202 ps から 538 ps に長くなった。これらの結果は、GaAs キャップ層を高速成長することによって QD の In 組成と高さが増加し、QD 発光準位からバリアへのキャリアの熱脱離が抑制されたためと考えられる。

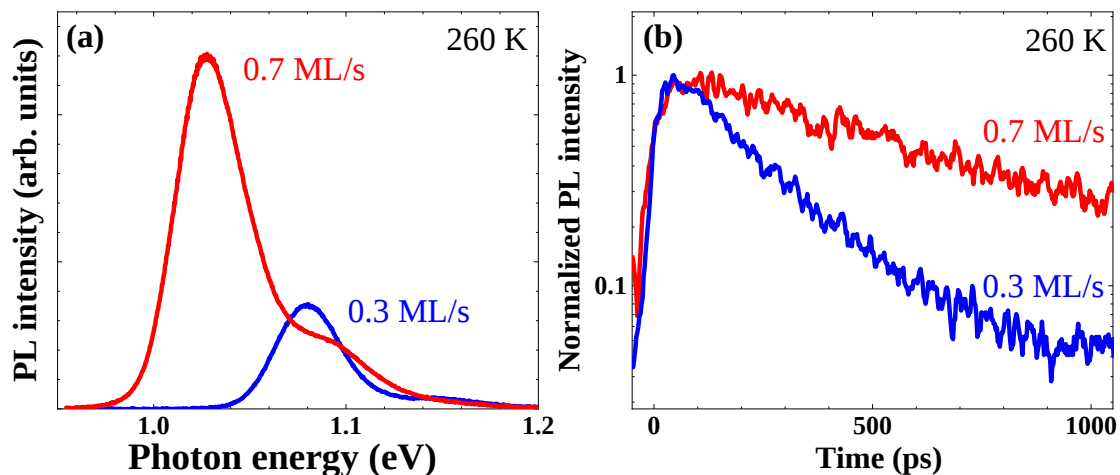


Fig. 1 (a) PL spectra and (b) PL decay curves of InAs QDs with different growth rates of cap layer at 260 K.

References:

- [1] L. Lombez et al., Appl. Phys. Lett. **90**, 081111 (2007).
- [2] T. Kaizu et al., J. Appl. Phys. **118**, 154301 (2015).
- [3] A. D. Utrilla et al., Appl. Surf. Sci. **444**, 260 (2018).