

Co-doping 手法による InAs/GaAs 量子ドットの高温 PL 特性の向上

Enhancement of high temperature photoluminescence characteristics of InAs/GaAs quantum dot by co-doping technique

東大ナノ量子機構¹, アイオーコア² ◯角田 雅弘^{1,2}, 権 晋寛¹, 荒川 泰彦¹

NanoQuine, The Univ. of Tokyo¹, AIO Core², ◯M. Kakuda^{1,2}, J. Kwoen¹, Y. Arakawa¹

E-mail: kakuda@iis.u-tokyo.ac.jp

InAs/GaAs 系量子ドット(QD) レーザにおいては、閾値電流の温度安定性向上のためにこれまで用いられてきた p 型変調ドーピングに加え、QD 中にのみ n 型のドーピング (n 型直接ドーピング) [1]を行う co-doping の手法により室温において閾値電流が低減し、またその温度安定性が向上することが報告されている[2,3]。しかしながらそのメカニズムはまだ十分には理解されていない。今回、我々は co-doping を行った QD のフォトルミネッセンス (PL) 特性を評価し、アンドープおよび p 型変調ドーピングのみを行った QD と比べて 100 °C 以上の温度領域において高い PL 強度を示すことを確認したので報告する。

分子線エピタキシー法により n-GaAs(001)基板上に InAs QD (面内密度 $\sim 5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$) を GaAs で埋め込んだ構造を成長した。ここでアンドープ、Be による p 型変調ドーピング ($2 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$)、および co-doping として同ドーピング量の p 型変調ドーピングと Si による n 型直接ドーピング ($5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$) を行った試料をそれぞれ作製した。

アンドープ試料の値で規格化した PL 積分強度の温度依存性を図 1 に示す。p 型変調ドーピングを行った試料はアンドープ試料よりも 125 °C 以上で高い PL 強度を示した。これは QD の価電子帯側の狭い基底準位-励起準位エネルギー差によるホールの熱脱出がアクセプタからの正孔の供給により抑制されたためである。しかしながら室温付近では p 型変調ドーピング試料は強度が低い結果であった。これは非発光再結合中心の増加などにより生じたと考えられる。co-doping の試料はいずれの温度でも p 型変調ドーピング試料より高い強度であり、100 °C 以上でアンドープ試料も上回り最も高い強度となった。以上、co-doping の手法を用いることにより、p 型変調ドーピングの高い温度特性を保ったまま強度を底上げし、高温領域において最も高い発光特性を得ることができたといえる。

[謝辞]

本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP21029)の結果得られたものである。

[参考文献]

- [1] T. Inoue et al., J. Appl. Phys. **108**, 063524 (2010).
- [2] Z. R. Lv et al., Appl. Phys. Lett. **121**, 021105 (2022).
- [3] L. Jarvis et al., ISLC2022, WA-02. 3517 (2022).

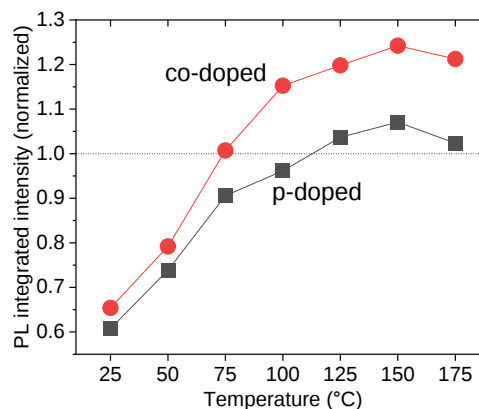


Fig.1 Temperature dependence of PL integrated intensity of p-doped and co-doped QDs normalized by PL integrated intensity of undoped QDs