

InGaAs/GaAs 量子ドットの高体積密度化によるレーザ特性向上

Improvement of laser characteristics by increasing volume density of InGaAs/GaAs quantum dots

東大ナノ量子機構 ○角田 雅弘, 権 晋寛, 渡邊 克之, 荒川 泰彦

NanoQuine, The Univ. of Tokyo, °M. Kakuda, J. Kwoen, K. Watanabe, Y. Arakawa

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

InAs/GaAs 系自己形成量子ドット(QD)は高効率、高い温度安定性などの特長よりレーザ媒質として有用な材料である。我々は波長 $1\ \mu\text{m}$ 帯の高出力レーザへの応用を考え、利得増大のため QD の高体積密度化を進めている。高体積密度化の手法の一つとして積層数増加が挙げられるが、QD 直上の局所歪みが十分緩和せず、垂直配列により上層 QD のサイズが増大し[1]、面内密度低下、欠陥の増加が生じるという問題がある。前回我々は InAs QD に In フラッシュを行うことで歪みを減少させ、積層数を増加させることに成功した[2]。今回我々は小サイズの高面内密度 InGaAs QD の積層数を増加させることにより、作製したレーザにおいてモード利得および発振温度を向上させたので報告する。

MBE により n-GaAs(001)基板上に面内密度 $1 \times 10^{11}\ \text{cm}^{-2}$ の $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ QD を埋め込んだレーザ構造を作製した (図 1)。ここで QD 積層の合計厚さを $280\ \text{nm}$ に固定し、QD 積層数 10, 12 および 15 層の試料を作製した。作製した試料の上部に幅 $100\ \mu\text{m}$ のストライプ電極を形成し、劈開により共振器長 0.18 から $2.0\ \text{mm}$ のブロードエリアレーザを作製した。レーザ特性評価としてパルス電流注入による光出力-電流測定を行い、閾値電流密度と正味モード利得をプロットした結果、12 層において 10 層よりも高い正味モード利得 $67\ \text{cm}^{-1}$ が得られ、15 層では低下した (図 2)。以上の結果より、12 層までは積層数増大によりレーザ特性が向上すること確認できた。15 層での低下は残留歪みが増大した影響と考えられる。なお、12 層量子ドットレーザにおいては、 $140\ ^\circ\text{C}$ までの動作を確認している。

[謝辞] この成果は、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)の委託業務の結果得られたものである。[参考文献] [1] Q. Xie et al., Phys. Rev. Lett. **75**, 2542 (1995). [2] 角田 他、2019 年春応物 11p-S422-7.

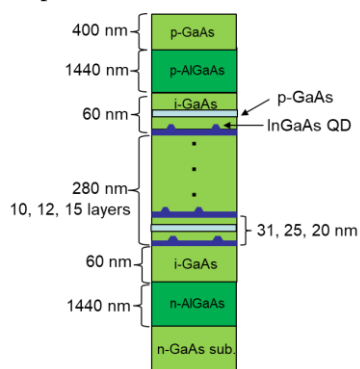


Fig.1 Schematic cross-sectional image of stacked QD structures.

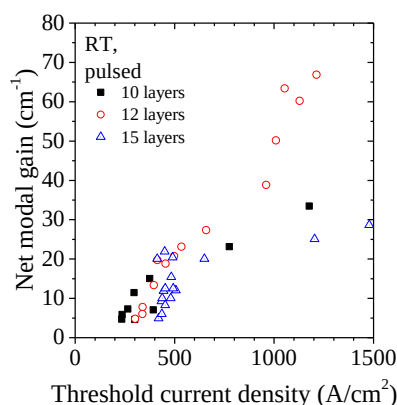


Fig.2 Net modal gain as a function of threshold current density for broad area lasers with 10, 12 and 15 layer QDs.