

## InAs/GaAs 近接三重層量子ドットレーザの作製と評価

## Fabrication and characterization of InAs/GaAs tri-layer quantum dot lasers

東大ナノ量子機構<sup>1</sup>, 東大生研/先端研<sup>2</sup>○詹文博<sup>1</sup>, 權晋寬<sup>1</sup>, 井本隆哉<sup>1</sup>, 岩本敏<sup>1, 2</sup>, 荒川泰彦<sup>1</sup>NanoQuine<sup>1</sup>, IIS/RCAST<sup>2</sup>, The Univ. of Tokyo○Wenbo Zhan<sup>1</sup>, Jinkwan Kwoen<sup>1</sup>, Takaya Imoto<sup>1</sup>, Satoshi Iwamoto<sup>1, 2</sup>, and Yasuhiko Arakawa<sup>1</sup>

Email: wbzhan@iis.u-tokyo.ac.jp

InAs/GaAs 量子ドットレーザは優れた温度特性を有しており [1]、1.3  $\mu\text{m}$  以下の赤外波長域でその特性が実証されてきた。量子ドットレーザの長波長化に向けて、これまでメタモルフィック層による基板の結晶格子定数の制御が試みられてきたが、他の手法として、量子ドットの近接積層化などの新構造の導入も検討されている [2]。しかし、これまで報告されている近接二重層量子ドット (bi-layer QDs) レーザではその発振波長が 1.34  $\mu\text{m}$  前後にとどまっていた [3]。我々は、更なる長波長化を目指して近接多重層量子ドット (multi-layer QDs) を提案し、実際に近接三重層量子ドット (tri-layer QDs) において PL 波長が長波長にシフトすることを確認した [4]。今回、この InAs/GaAs 近接三重層量子ドットを活性層とするレーザを作製し、E バンドでの室温連続発振を実現したので報告する。

レーザウェハは分子線エピタキシー法を用いて成長した。それぞれ 1.4  $\mu\text{m}$  の上下クラッド層の間に、活性層として InAs/GaAs 近接三重層量子ドット 3 組を 80 nm GaAs スペース層を置いて積層した (図 1)。近接三重層量子ドットの中、seed 量子ドット層にはそれぞれ 2.1 と 2.6 ML、active 量子ドット層には 3.7 ML の InAs を成長した。このウェハを用いてファブリ・ペロー型ブロードエリアレーザを作製し評価を行った。その結果、波長 1364 nm (E バンド) において、閾値電流密度 96  $\text{A}/\text{cm}^2$  を室温連続動作で達成した (図 2)。なお、今回得られた閾値電流密度はかなり低い値を示しており、我々で作製する通常の InAs/GaAs 量子ドットレーザと比べて約半分である。これは seed 量子ドット層の存在による active 量子ドット層へのキャリア注入効率の改善に起因するものと考えられる。

謝辞: 本研究は、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 (JPNP13004) および科研費特別推進研究 (15H05700) により遂行された。

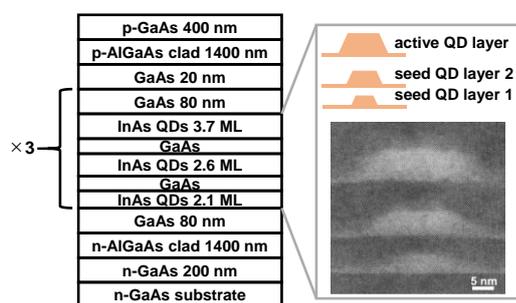


Fig. 1 Schematic of tri-layer QD laser structure and TEM image of tri-layer QDs

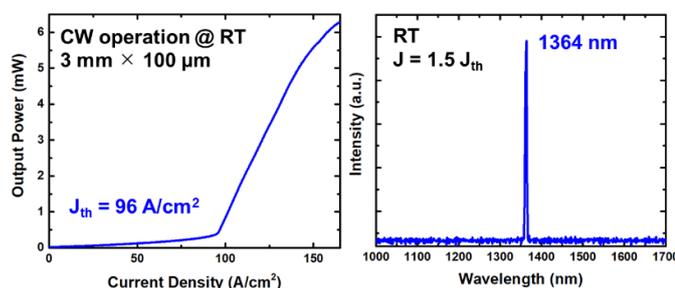


Fig. 2 L-I curve and lasing spectrum of an InAs/GaAs tri-layer QD laser

[1] Y. Arakawa, et al., Appl. Phys. Lett. **40**, 939 (1982).

[2] E. Clarke, et al., J. Appl. Phys. **107**, 113502 (2010).

[3] M. A. Majid, et. al., IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron **17**(5), 1334-1342 (2011).

[4] W. Zhan, et al., 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-D215-7 (2020).