

## 1300nm 帯長波長 InAs 量子ドットの改善とレーザ応用

## Improvement and laser application of 1300nm range long wavelength InAs quantum dots

(株) QD レーザ, 藤澤 和輝, 奥村 滋一, 成毛 環美, 西 研一, 大西 裕, 武政 敬三, 菅原 充

QD Laser, Inc. Kazuki Fujisawa, Shigekazu Okumura, Tamami Naruke,

Kenichi Nishi, Yutaka Onishi, Keizo Takemasa and Mitsuru Sugawara

E-mail: fujisawa@qdlaser.com

**【背景】** 量子ドットレーザでは、キャリアの 3 次元的閉じ込め効果により低い閾値電流、高い温度安定性など[1]優れた特性が実現される。GaAs 上の InAs 量子ドット構造では、InGaAs 歪緩和層(SRL)を用いることで応用上重要な 1300nm 帯発光が可能となる。我々は InGaAs SRL の成長条件の最適化により、1300nm 量子ドットレーザの高利得化、実用化を行っている[2]。今後のより広い応用に向け、発振波長域の長波長化による波長分割多重(CWDM)通信への展開も期待される。この長波化に際し、SRL の In 組成の増加のみでは PL 強度が低下し、また半値幅も増加するため、利得の低下に繋がる[2]。今回、SRL の組成および成長条件の最適化を行い、レーザ発振波長 1320nm(フォトルミネッセンス(PL)波長 1310nm)において、従来の 1300nm 帯量子ドットレーザと同等の特性の得られる量子ドットを実現した。

**【実験内容】** ウエハ構造は、InAs 量子ドットを含む活性層とその上下に AlGaAs クラッド層を積層した構造で、分子線エピタキシー(MBE)装置を用いて GaAs(100)基板上に作製した。活性層は量子ドット上に InGaAs SRL と GaAs 中間層を形成し(合計 40nm)、それを 8 層積層している。今回は、従来の 1300nm レーザ(PL 波長 1290nm)の条件から SRL の In 組成のみを変化させた試料と、In 組成とともに、他の成長条件も変化させた試料を作製した。成長条件最適化は、In 組成の変化とともに SRL 成長時の As 圧を調整し、PL 波長を長波化しつつ、発光強度の劣化が少ない条件を求めた。これらの試料で、共振器長 375nm、メサ幅 1.8 $\mu$ m のファブリペローレーザを作製した。

**【結果と考察】** 光学特性を 1064nm レーザ励起での PL にて評価した。SRL の In 組成のみを調整した試料からの PL スペクトルでは、In 組成の増加に伴い発光波長が長波長化し、発光強度が低下した(Fig.1. 青)。As 圧も調整した試料のスペクトル(赤)では、In 組成を増加させても従来品と同等の強度を示している。PL 半値幅でも In 組成のみの変更と比較して、27meV から 25meV まで改善されている。これらは、As 圧の調整により、従来より少ない In 組成で PL 波長の長波化が可能となったため、高い In 組成に伴う非発光中心の減少が 1 つの要因として考えられる。次に、25 $^{\circ}$ C 及び 85 $^{\circ}$ C にて、レーザの電流-光出力特性を評価した結果を Fig.2 に示す。特に 85 $^{\circ}$ C で飽和出力が伸び、特性が改善され、従来の 1300nm と同等に近い特性を示しており、優れた長波長量子ドットレーザを実現することができた。

[参考文献] [1] Y. Arakawa, and H. Sakaki, Appl.Phys.Lett. **40**, 939 (1982). [2] Nishi, *et al.*, J. Crystal Growth **378**, 459 (2013).

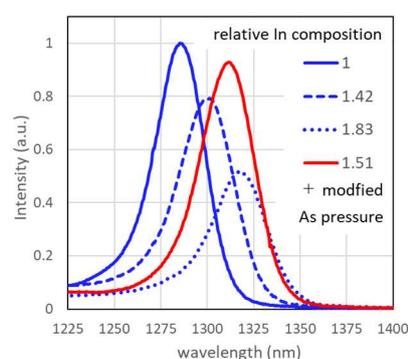


Fig.1. PL spectra in several conditions of In composition and As pressure.

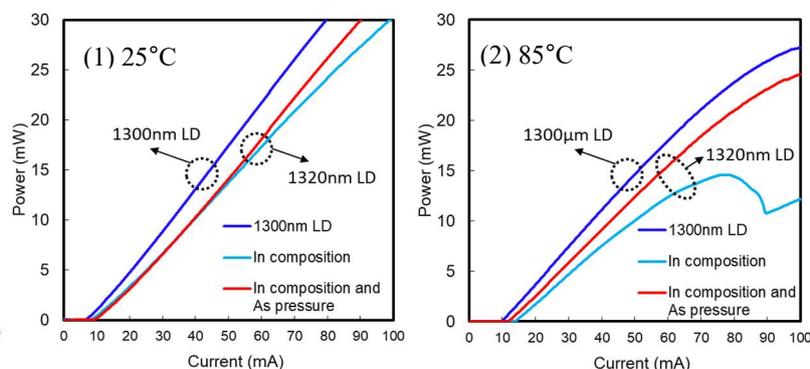


Fig.2. L-I characteristics of quantum dot lasers. (1) 25 $^{\circ}$ C, (2) 85 $^{\circ}$ C.