

Bi 照射 InP(311)B 上多重積層量子ドットレーザの発振波長温度依存性

Temperature Dependence of Emission Wavelength in Highly-stacked Quantum Dot Laser Fabricated on InP(311)B Substrate with Bi Atom Irradiation

青学大理工¹, NICT², 広島大³, 名工大⁴ ○築瀬 智史^{1,2}, 赤羽 浩一², 松本 敦², 梅沢 俊匡²,

山本 直克², 富永 依里子³, 菅野 敦史^{2,4}, 前田 智弘^{1,2}, 外林 秀之¹

Aogaku Univ.¹, NICT², Hiroshima Univ.³, Nagoya Inst. of Tech.⁴ ○Satoshi Yanase^{1,2},

Kouichi Akahane², Atsushi Matsumoto², Toshimasa Umezawa², Naokatsu Yamamoto²,

Yoriko Tominaga³, Atsushi Kanno^{2,4}, Tomohiro Maeda^{1,2}, Hideyuki Sotobayashi¹

E-mail: c5622142@aoyama.jp

【はじめに】半導体量子ドット (QD) はエネルギー準位が離散的であり、半導体レーザのしきい値電流の温度依存性を大きく低下させる。しかし、半導体のバンドギャップは温度依存性を持つため動作温度の変化に伴って発光波長が変化してしまう。この問題解決のため希薄ビスマス (Bi) 系 III-V 族化合物半導体の研究がされている[1]。Bi は半金属の性質を持つためバンドギャップの温度依存性の低減が期待される。本研究では分子線エピタキシー (MBE) による QD レーザダイオード (LD) の結晶成長中の Bi 照射について検討した。

【実験】試料の成長は分子線エピタキシー装置を用いて InP(311)B 上で行った。V 族原子の供給にはフラックスの急激な変化と正確な制御が可能なバルブドクラッカーセルを用いた。基板を成長チャンバーに導入して、 2.0×10^{-6} Torr の P 照射下において基板温度 500°C でサーマルクリーニングを行い、清浄表面を得た。その後、基板温度を 470°C に下げ、100 nm の n-InP バッファ層を成長した。バッファ層成長後、InGaAsP 光導波路層を 50 nm 成長させて、歪補償技術により InAs 量子ドットを 20 層積層させた。再び InGaAsP 光導波路層を 50 nm 成長させた後、p-InP を 1500 nm、p-InGaAs コンタクト層を 100 nm 成長させた。結晶成長終了後、紫外線露光装置を用いて電極幅 50 μm のブロードエリアレーザをリフトオフプロセスにて作製した。レーザ共振器はへき開を用いた、600 μm から 1400 μm の範囲で作製した。レーザの特性評価としては 20°C から 75°C の範囲でスペクトル測定を行った。

【結果】図 1、2 に Bi 照射なしと照射ありの試料について 20°C から 75°C における出力 2 mW 時のスペクトル特性を示す。図 1、2 より Bi 照射なしの 20°C から 75°C におけるピーク波長のシフトは 26.56 nm、Bi 照射ありでは 8.98 nm であった。InP 材料系では 350°C 以下の成長温度で Bi 原子を取り込むため[2]、本実験の成長温度 380°C では取り込まれていないと考える。そのため、発光波長の温度依存性の低減は Bi のサーファクタント効果や V 族原子の組成変化によるものと考えられるがさらなる検討が必要である。いずれにしても Bi 照射によって発光波長の温度依存性を抑制することができることが明らかになった。

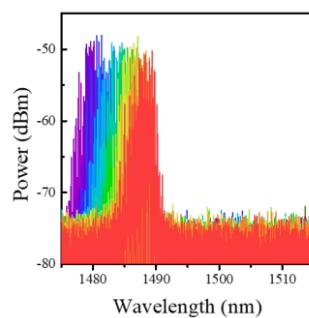
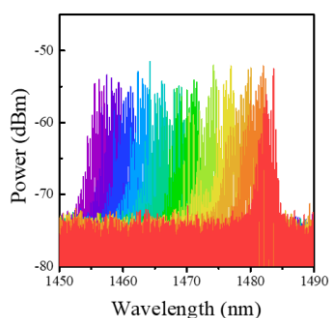


図 1 発振波長の温度依存性(Bi 照射なし) 図 2 発振波長の温度依存性(Bi 照射あり)
参考文献[1] L. Wang *et al.*, Crystals, 7 (2017) 63. [2] K. Akahane *et al.*, Phys. Status Solidi A, 219 (2022) 2100411