

AlGaN 系深紫外 LD のネットモード利得の波長依存性の解析 Wavelength dependence of net modal gain of AlGaN-based DUV laser diode

理研¹, 埼玉大院理工², [○]糸数 雄吏^{1,2}, 前田 哲利¹, 矢口 裕之², 平山 秀樹¹

RIKEN¹, Saitama Univ.² [○]Yuri Itokazu^{1,2}, Maeda Noritoshi¹, Hiroyuki Yaguchi²,
and Hideki Hirayama¹

*E-mail: yuuri.itokazu@riken.jp

レーザダイオード(LD)は、小型、長寿命、低消費電力等の利点を有し、様々な波長帯での実現が望まれている。現在、LD の最短発振波長は 271.8 nm である¹。深紫外 LD の構造最適化、さらなる短波長化の実現には、緻密なデバイス設計が求められる。本研究では、シミュレーション計算と導波路解析を併用して、深紫外 LD のネットモード利得の波長依存性を調べた。

シミュレーション計算には SiLENSe 6.3 を用い、導波路解析では、バンド間吸収、自由キャリア吸収、Mg による光吸収、転位による散乱損失の影響を考慮した内部損失の計算を行った。

上記手法の妥当性の検証のため、文献の LD 構造¹をベースとして閾値電流密度の計算を行った。このとき、報告値と計算値はそれぞれ 25 kA/cm² と 26 kA/cm² となり、比較的よい一致を示した。

次いで、成長基板として AlN 単結晶基板を想定し、波長 270 nm の LD 構造の最適化を図った。計算の結果、コア層(光閉じ込め層)の Al 組成が注入効率、ひいては、ネットモード利得に重大な影響を与えることを確認した。この挙動を理解するため、電流密度を活性層での再結合電流(J_{well})、活性層以外での再結合電流(J_{other})、リーク電流(J_{leakage})に分け、30 kA/cm²におけるこれらのコア層 Al 組成依存性をプロットした(Fig. 1)。コア層の Al 組成の増加に伴い、リーク電流は増加するものの、再結合電流に占める活性層での再結合電流の割合は増加する。これらの影響を考慮し、構造最適化を行うことで、波長 270 nm において、7.9 kA/cm² の閾値電流密度の計算値が得られた。

より短波長の 250-nm LD に対し同様の最適化を行い、ネットモード利得の波長依存性を調べた(Fig. 2)。短波長化に伴い、ネットモード利得は著しく低下する結果となった。これは注入効率の低下に依るものであり、さらなる短波長 LD の実現には注入効率の向上が第一義的な課題である。

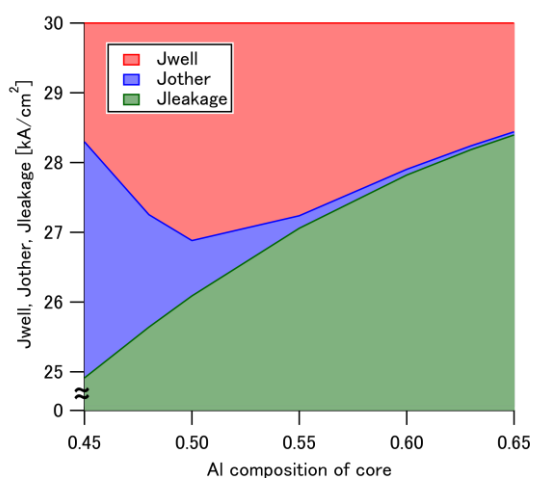


Fig. 1 Al composition dependence of Jwell, Jother, Jleakage at 30 kA/cm².

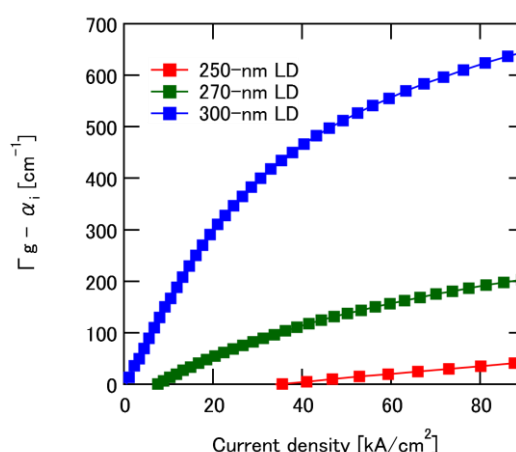


Fig. 2 Net modal gain of 250, 270, and 300-nm LD as a function of current density.

¹ Z. Zhang et al, Appl. Phys. Express **12**, 124003 (2019).

[謝辞] 本研究は理研の大学院リサーチ・アソシエイト制度の下での成果である。