

AlGaN UVB LD の閾値電流密度低減に向けた解析

Analysis of AlGaN UVB LD to reduce threshold current density

旭化成¹, 名城大², 三重大³ ○(D) 佐藤恒輔^{1,2}, (M1) 大森智也², (M1) 山田和輝²,
(M2) 田中隼也², (M1) 石塚彩花², (M2) 手良村昌平², 岩山章^{2,3},
岩谷素顕², 三宅秀人³, 竹内哲也², 上山智², 赤崎勇²

Asahi-Kasei¹, Meijo Univ.², Mie Univ.³, °Kosuke Sato^{1,2}, Tomoya Omori², Kazuki Yamada²,
Shunya Tanaka², Sayaka Ishizuka², Shohei Teramura², Sho Iwayama^{2,3}, Motoaki Iwaya²,
Hideto Miyake³, Tetsuya Takeuchi², Satoshi Kamiyama², and Isamu Akasaki²
E-mail: sato.kdd@om.asahi-kasei.co.jp

紫外線半導体レーザダイオード (UV LD) は材料加工、医療等様々な用途での応用が期待されており、開発が望まれている。我々の研究室では昨年の学術講演会で、波長 298 nm の AlGaN UVB LD を実現した報告を行った [1,2]。しかし、閾値電流密度 (J_{th}) が 25 kA/cm² と既存の可視光領域の LD と比較して高く、その低減が課題である。LD の J_{th} は式 1 で表され、低減に向けての詳細な課題を明確化するためには、各パラメータを算出し因子を分解することが重要である。

$$J_{th} = \frac{d}{\eta_i \Gamma \beta} \left(\alpha_i + \frac{1}{L} \ln \frac{1}{R} \right) + \frac{J_0}{\eta_i} \tag{式 1}$$

式 1 中、 d は発光層の膜厚、 J_0 は透明化した際 (利得が 0 cm⁻¹) の発光層中の電流密度、 η_i はキャリア注入効率、 Γ は光閉じ込め係数、 β は利得係数、 α_i は内部ロス、 L は共振器長、 R はミラー端面の反射率を表す。 η_i は一般的には外部微分量子効率の共振器長依存性から算出される。しかし、研究初期の UVB LD では、電流量を増やすと複数のレーザピークが出現する等の理由から、議論対象とするレーザ発光出力の電流依存性を測定することが困難であり、 η_i を算出できなかった。

本研究では、式 1 の各パラメータを様々な測定を用いて算出し (表)、レーザ発光の出力強度を議論することなく η_i を算出した。さらに式 1 の各因子の影響を分解し、 J_{th} を低減するための課題を明確化したので報告する。

表 AlGaN UVB LD のパラメータと算出値、および算出方法

パラメータ	算出値	算出方法
光閉じ込め係数 (Γ)	3.5%	シミュレーション
内部ロス (α_i)	10 cm ⁻¹	VSL 光学測定
透明化電流密度 (J_0)	0.22 kA/cm ²	VSL 光学測定
端面反射率 (R)	0.21	レーザ光のピーク間隔からの計算
キャリア注入効率 (η_i)	1.5%	閾値電流密度の共振器長依存性

[1] K. Sato *et al.* Appl. Phys. Express 13, 031004 (2020). [2] T. Omori *et al.* Appl. Phys. Express 13, 071008 (2020).

[謝辞] 本研究の一部は、文部科学省・私立大学研究ブランディング事業、科研費・基盤 A(17H01055)、科研費新学術(16H06415,16H06416)、および JST CREST(No.16815710)の援助により実施した。