

凹面鏡を有する青色窒化物面発光レーザの放射角狭小化

Narrow-divergence emission from GaN-based blue VCSELs

with monolithic curved mirror

ソニー株式会社 ○林 賢太郎, 中島 博, 伊藤 仁道, 田中 雅之, 長根 昭悦, 條川 達郎,

真藤 達也, 小林 紀子, 大原 真穂, 渡邊 秀輝, 比嘉 康貴,

濱口 達史, 幸田 倫太郎, 築嶋 克典

Sony Corporation ○Kentaro Hayashi, Hiroshi Nakajima, Masamichi Ito, Masayuki Tanaka, Shoetsu

Nagane, Tatsurou Jyokawa, Tatsuya Matou, Noriko Kobayashi, Maho Ohara, Hideki Watanabe,

Yasutaka Higa, Tatsushi Hamaguchi, Rintaro Koda and Katsunori Yanashima

E-mail: Kentaro.A.Hayashi@sony.com

凹面鏡を用いた GaN-VCSEL (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser) は、青色帯において世界最小値となる閾値電流(I_{th})=0.25 mA での室温連続発振が[1][2][3], また、2019 年には{20-21}の面方位を有する半極性 GaN 基板上に形成した素子で、青緑帯 GaN-VCSEL(波長 491-497 nm)の室温連続発振が報告されている[4]. しかしながらこれらの素子は凹面鏡による強い光閉じ込めのため、放射角が 8.5 度[2,5]と、平面ミラーの例 (5.1 度[6]) よりも広い.そこで今回は凹面鏡構造を有する素子のビーム出射角を狭小化する試みを報告する.

本素子においては凹面鏡の曲率半径(Radius of Curvature ; ROC)と拡がり角の間には逆相関があることが報告されている[5]. 凹面鏡の基部となるレンズ状突起の形成プロセスは、レジストを任意の曲率を持つ形状にして反応性ガスエッチング (RIE)の犠牲層としてエッチバックすることで、その形状を GaN に転写することで得る. レジストの形状を制御することで大きな ROC(100 μ m 以上) を有する凹面鏡を実現した.これらの凹面鏡をデバイス構造に適用し、出射ビームの半値全幅が従来よりも狭い、3.9~4.4°の放射角を持つ素子の開発に成功した.

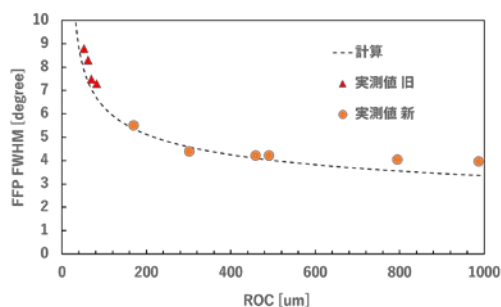


図. 凹面鏡の ROC に対する半値全幅

- [1] T. Hamaguchi et.al., “Long-Cavity GaN-based VCSEL with a Monolithic Curved Mirror”, ICNS12(2017).
- [2] T. Hamaguchi et.al., Scientific Reports. 8, 10350 (2018).
- [3] T. Hamaguchi et.al., Applied Physics Express 12, 044004 (2019).
- [4] T. Matou et.al., “Blue-green GaN-based VCSEL with a monolithic curved mirror fabricated on a free standing semi-polar {20-21} GaN substrate”, ICNS13(2019).
- [5] H. Nakajima et.al., Applied Physics Express 12, 084003 (2019).
- [6] M. Kuramoto et.al., Appl. Sci. 9, 416 (2019).