

AlGa_N 系 UV-B 光励起レーザの閾値パワー密度の AlGa_N 下地層依存性Dependence of threshold Power Density on AlGa_N underlying layer for AlGa_N-based optical-pumped UV-B lasers長谷川亮太¹, 田中隼也¹, 大森智也¹, 山田和輝¹, 下川萌葉¹, 藪谷歩武¹,岩山章^{1,2}, 岩谷素顕¹, 竹内哲也¹, 上山智¹, 三宅秀人²名城大学・理工¹, 三重大・院・地域イノベ²Ryota Hasegawa¹, Shunya Tanaka¹, Tomoya Omori¹, Kazuki Yamada¹, Shimokawa Moe¹, Ayumu Yabutani¹,Sho Iwayama^{1,2}, Motoaki Iwaya¹, Tetsuya Takeuchi¹, Satoshi Kamiyama¹, and Hideto Miyake²Fac. Sci. & Tech., Meijo Univ.¹, Grad. Sch. of Reg. Innov. Stu., Mie Univ.²

E-mail: 213428025@ccalumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】本グループでは、サファイア基板上に形成したスパッタ AlN 上に自然核発生による AlGa_N の 3 次元成長を活用した方法で AlGa_N の高品質化を達成し、それによって UV-B 半導体レーザの室温パルス発振に成功した[1]。また、数百 nm 程度の凹凸を AlN に形成し、その上に AlGa_N を形成することによって AlGa_N のさらなる低転位化、さらには UV-B 半導体レーザの室温パルス発振も確認された[2]。本研究検討では、光励起レーザ測定法を用いて、その低転位化の効果を検証した。

【実験方法】本実験では、3 種類の AlGa_N 下地層上に Fig.1 に示した光励起レーザ構造を積層した。本実験は、上記に示した凹凸加工 AlN 上に形成した AlGa_N(ナノパターン)、自然核発生によって 3 次元成長させた AlGa_N(自然核発生)、さらに AlN 上に AlGa_N を組成傾斜させ 2 次元的に作製した AlGa_N(2 次元成長)の 3 つの下地層を準備した。また、成長条件やナノパターンの深さなどを変化させることによって AlGa_N 層中の転位密度を変化させ、その密度の測定には CL による暗点密度を測定することによって評価を行った。作製した試料は、ICP エッチングと TMAH 水溶液を用いたウェットエッチングにより共振器長 300 μm の光励起レーザ構造を作製し、YAG レーザの 4 倍高調波 (λ = 266 nm) を用いて光励起レーザの評価を室温で行った。

【実験結果】Fig.2 に本実験で行った光励起レーザの閾値パワー密度と転位密度の依存性についてまとめたグラフを示す。転位密度を低減していくことによって、どの下地層を用いても閾値パワー密度が低減されていること、さらには同じ転位密度でもナノパターンを用いた場合のほうが閾値パワー密度は低い傾向であった。また、転位密度が $5.0 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 程度になると光励起レーザの閾値パワー密度の転位密度依存性が顕著には現れない傾向が見られた。低転位化による光励起レーザの閾値低減の効果が飽和傾向になっていることが示唆される。当日は VSL 法により見積もった内部ロスや光学利得の結果と比較することによって詳細な解析結果を説明する。

[Refs.] [1] K. Sato et al, Appl. Phys. Exp. 13, 031004 (2020). [2] S. Tanaka et al, Appl. Phys. Exp. 14, 055505 (2021).

[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、JST-CREST (No.16815710)および NEDO 先導研究により実施した。

u-Al _{0.45} Ga _{0.55} N 150 nm
2QW(Al _{0.35} Ga _{0.65} N4nm/Al _{0.45} Ga _{0.55} N8nm)
u-Al _{0.45} Ga _{0.55} N 150 nm
n-AlGa _N 下地層
AlN 1.3 μm
Sapphire

Fig. 2 サンプル構造

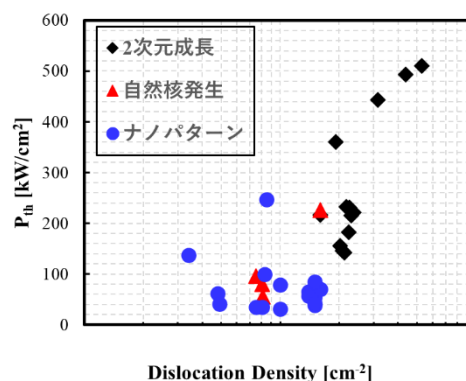


Fig. 1 閾値パワー密度-転位密度依存性