

スパッタ AlN テンプレート上 Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>N 膜の転位密度の低減と UV-B LD への応用Reduction of dislocation density of Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>N film on sputtered AlN template and application to UV-B LD○下川萌葉<sup>1</sup>、大森智也<sup>1</sup>、山田和輝<sup>1</sup>、岩山章<sup>1,2</sup>、岩谷素顕<sup>1</sup>、竹内哲也<sup>1</sup>、上山智<sup>1</sup>、三宅秀人<sup>2</sup><sup>1</sup>名城大・理工、<sup>2</sup>三重大・院・地域イノベ、M. Shimokawa<sup>1</sup>, T. Omori<sup>1</sup>, K. Yamada<sup>1</sup>, S. Iwayama<sup>1,2</sup>, M. Iwaya<sup>1</sup>, T. Takeuchi<sup>1</sup>, S. Kamiyama<sup>1</sup>, and H. Miyake<sup>2</sup><sup>1</sup>Fac. Sci & Tec., Meijo Univ., <sup>2</sup>Grad. Sch. Reg. Innov. Stu., Mie Univ.,Email : [203428016@c alumni.meijo-u.ac.jp](mailto:203428016@c alumni.meijo-u.ac.jp)

[はじめに] 本研究グループでは c 面サファイア基板の上にアニール処理したスパッタ AlN 上に自然核発生による 3 次元成長を用いることにより高品質化した AlGa<sub>0.4</sub>N 厚膜[1] を用いることで UV-B 領域の半導体レーザを実現した[2]。デバイス特性改善に向けて AlGa<sub>0.4</sub>N の低転位化は重要であると考えられる。本研究では、スパッタ AlN 上に形成するホモエピタキシャル AlN 層の作製条件依存性について注目した。

[実験方法] 図1に作製した試料の構造図を示す。本実験ではホモエピタキシャル AlN 層の成長温度を 1150 と 1200 °C で作製し、n-Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>N 層膜厚はクラックが導入されない臨界膜厚付近まで厚膜化した。その他の作製条件は全く同一で行った。さらにこのように作製した n-Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>N 層上に UV-B 半導体レーザを作製した。

[実験結果] 図 2 に両試料のその場反射率測定、CL 像を示す。その場反射率測定の結果より両試料とも Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>N の初期成長時に反射率の低下が低下する 3 次元的成長をし、膜厚増大にともない 2 次元的な成長に移行していると考えられる。さらにホモエピタキシャル AlN の成長温度を 3 次元成長から 2 次元成長に移行するまでの膜厚が増大することが確認された。それにより AlGa<sub>0.4</sub>N を厚膜化してもクラック導入の臨界膜厚が増大し、クラックフリーで成長できる n-Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>N 層の膜厚がおおよそ 8 から 10 μm まで増大することができた。このように作製した n-Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>N 層上にガイド層、活性層を積層し CL のダークスポットを測定することにより AlN 層の成長温度が 1150 および 1200 °C の試料の転位密度を見積もるとそれぞれ  $7.5 \times 10^8$  および  $5.8 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$  であった。さらにこのような方法により作製した n-Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>N 層上に参考文献 3 と同じ作製条件で利得導波型の UV-B 半導体レーザを作製した。室温、パルス駆動により評価をすると、同じ素子サイズの閾値電流密度が 25 から 18 kAcm<sup>-2</sup> まで低減した。さらに違う素子サイズのデバイスでは図 3 に示すように閾値電流密度が約 11 kA cm<sup>-2</sup> とかなり低いものが得られた。このことから低転位化により閾値電流密度低減効果が未だ大きいことが示唆された。

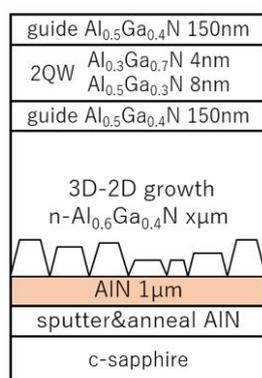


図1 サンプル構造

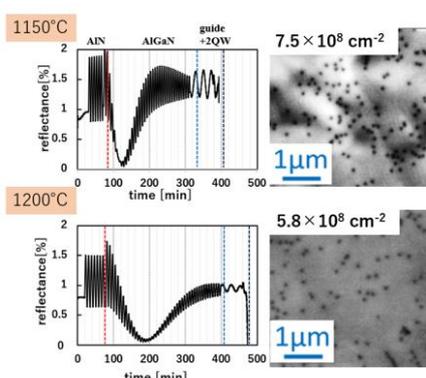


図2 その場反射率測定とCL像

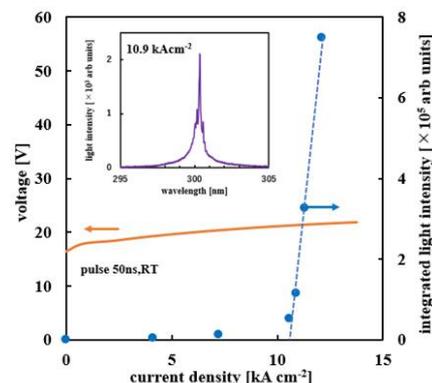


図3 J-V, J-L特性

[参考文献] [1] Y. Kawase et al. JAP **58**, SC1052 (2019). [2] K. Sato et al. APEX **13**, 031004 (2020).[3] T. Omori et al, APEX **13**, 071008 (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、科研費・基盤 A(17H01055)、科研費新学術(16H06415、16H06416)、JST-CREST(No.16815710)、NEDO 先導研究の援助により実施した。