成長モード制御による AIGaN 下地層の高品質化と UV-B レーザへの応用

Improvement of quality in AlGaN underlying layer by growth mode control and its application to UV-B laser

名城大・理工¹,名古屋大・赤崎記念研究センター²,三重大・地域イノベ³ [○]川瀬雄太¹,池田隼也¹,櫻木勇介¹,安江信次¹,手良村昌平¹,田中隼也¹,荻野雄矢¹, 岩谷素顕¹,竹内哲也¹,上山智¹,岩山章^{1,3},赤﨑勇^{1,2},三宅秀人³

^oY. Kawase¹, J. Ikeda¹, Y. Sakuragi¹, S. Yasue¹, S. Teramura¹, S. Tanaka¹, Y. Ogino¹,

M. Iwaya¹, T. Takeuchi¹, S. Kamiyama¹, S. Iwayama^{1,3}, I. Akasaki^{1,2}, and, H. Miyake³

¹Department of Materials Science and Engineering, Meijo University, Nagoya, Japan

²Akasaki Research Center, Nagoya University, Nagoya, Japan

³Graduate School of Regional Innovation Studies, Mie University, Tsu, Japan

E-mail address: 173428023@ccalumni.meijo-u.ac.jp

高性能紫外発光素子の実現には高品質 AlGaN 作製技術の確立が重要である。本研究グループでは、量 産性/再現性に優れたスパッタ法により堆積した AlN 膜を高温でアニール処理した後、MOVPE 法によ り AlN を再成長することで良好なステップテラスを有する AlN 膜が得られることを報告してきた^{III}。本 報告では、表面平坦性が異なる高温処理されたスパッタ AlN 膜上に、AlN モル分率 60%程度の厚膜の AlGaN を成膜させた結果、成長モードに差異が見られた。また、AlGaN の成長モードの制御は AlN 下地 層の結晶性が大きく影響していることも確認できた。さらに、その AlGaN 上に活性層を積層させて発光 特性について調査したので、これについて報告する。

Fig.1 に本実験の作製試料の構造図と AlGaN 成膜前の AFM 像を示す。サファイア基板上のスパッタ AlN 膜をアニールし、その上に Al_{0.6}Ga_{0.4}N クラッド層 5 μ m、Al_{0.5}Ga_{0.5}N ガイド層 180nm、Al_{0.3}Ga_{0.7}N 量子井戸 層 4nm、Al_{0.5}Ga_{0.5}N 量子障壁層 8nm、AlGaN ガイド層 180nm を MOVPE 法により順次積層させた。結果 として、スパッタ AlN 膜と AlGaN クラッド層の間に Ga 添加の AlN の導入の有無により、表面平坦性の 違いで成長モードの制御が可能であることを見出した。具体的には、AlN スパッタ層に直接 AlGaN を成 長させると AlGaN は 2 次元成長、Ga 添加の AlN 層を介して成長させると AlGaN は初期成長において 3 次元成長、厚膜化に伴い 2 次元成長に移行するような成長モードであった。

試料の結晶性を CL の暗点密度によって評価した。成長モードの差異で大きな依存性が確認され、2次 元成長した AlGaN の暗点密度は 1.6×10⁹ cm⁻²、3 次元成長した AlGaN は 7.5×10⁸ cm⁻²であり、3 次元成 長モードを用いた AlGaN の方が転位密度は大きく低減できることが分かった。この成長モードの違いが レーザ特性にどのような依存性があるのかを検討した。作製したレーザの共振器はドライエッチングと ウェットエッチングを組み合わせる方法を用いて、レーザ特性は光励起法によって評価した。Fig.2 より、 3 次元成長した AlGaN を用いた試料の閾値パワー密度は、2 次元成長した AlGaN を用いた試料と比較す ると 1/6 程度低く、36 kW/cm²まで低減できた。さらに、Fig.3 に示すように、AlN の結晶性が高いテンプ レートを用いることで、AlGaN の AlN モル分率が高い領域においても、AlGaN の三次元成長は容易に発 生することが確認された。

【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(15H02019)、 科研費・基盤 A(17H01055)、科研費新学術(16H06415, 16H06416)、および JST CREST(16815710)の援助に より実施された。/【参考資料】[1] J. Hakamata et al., Phys. Status Solidi. B **2018**, 255, 1700506.



Fig. 1 Sample structure (left: without Ga-doped AlN, right: with Ga-doped AlN)



Fig. 2 Relationship between excitation light intensity and integrated light intensity of each sample



Fig. 3 Relationship between dislocation density of AlN and AlN mole fraction of AlGaN