

GaN 系可視光レーザーのクラッド層に向けた AlInN 厚膜の MOCVD 成長

MOCVD growth of thick AlInN films for cladding layers in visible GaN-based laser diodes

1. 名工大、2. 名城大 ○山中 瑞樹¹、三好 実人¹、江川 孝志¹、竹内 哲也²

1. Nagoya Inst. Tech., 2. Meijo Univ. °M. Yamanaka¹, M. Miyoshi¹, T. Egawa¹, and T. Takeuchi²

E-mail: miyoshi.makoto@nitech.ac.jp

【はじめに】 GaN 系レーザーダイオード(LD)の高出力化・高効率化のために『光閉込め係数』の向上が重要である。光閉込め係数の向上には、活性層との比屈折率差が大きく厚膜(～0.5μm)の『クラッド層』が必要であるが、これまで多く採用されてきた AlGaIn では、下地 GaN 層に格子整合しないことから大きな比屈折率差を確保しつつ厚膜化するのが困難という問題があった。比較的新しい III 族窒化物材料である AlInN は、GaN に格子整合する混晶組成が存在すること、可視光域で GaN に対する比屈折率差が大きいこと[1]ことから、『厚膜クラッド層』の有望候補とみられる。一方、AlInN の光デバイス応用については、多層膜 DBR への応用例があるものの[2]、100nm を超える厚膜成長の報告事例はないようである。そこで、本研究では高効率 LD に向けた高品質・厚膜 AlInN クラッド層の開発に着手することとした。

【実験方法】 成長基板として MOCVD-GaN/サファイアテンプレートを用い、MOCVD 法を用いて AlInN 膜のエピタキシャル成長を行った。成長温度を 800～890℃の範囲、成長速度 0.6μm/hr とほぼ一定として、GaN 層に a 軸格子整合する組成を中心にサンプル作製を行った。成長したサンプルは、XRD による組成と歪みの評価、AFM による表面モフォロジー観察と表面粗度の評価を行った。一部の成長サンプルについて断面 TEM 観察による評価を行った。

【結果と考察】 結果の一例として、成長サンプルの表面 AFM 像を Fig. 1 に、XRD ω-2θ 回折図形を Fig.2 に示した。これらは、MOCVD-GaN/サファイアテンプレート上に膜厚 300nm まで成長した InN モル分率 16.9%の AlInN エピタキシャル膜で得られた結果である。AFM 像では、表面ピットが多く存在するものの、それ以外の箇所においては比較的平坦な状態が得られていることが示された。このピットについては、下地 GaN 層の貫通転位を引継いでいることが断面 TEM 観察により確認されている。このサンプルの 3μm 視野における自乗平均粗さ RMS は 1.8nm であった。また、XRD 測定では AlInN が単相であること、表面・界面の急峻性に起因したフリンジピークが規則正しく表れていることが確認できた。

謝辞: 本研究は文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」の委託を受けてなされた。

参考文献: [1] Aschenbrenner et al, JAP 108 (2010) 063533. [2] Ikeyama et al, APEX 9 (2016) 102101.

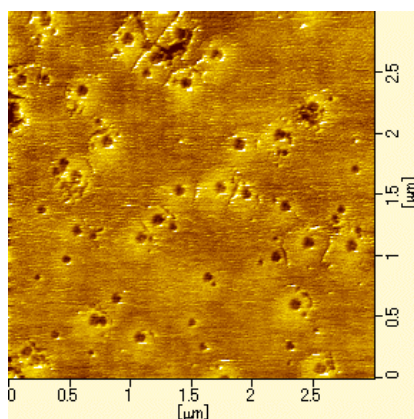


Fig.1 Surface AFM image for an MOCVD-grown 300-nm-thick AlInN film.

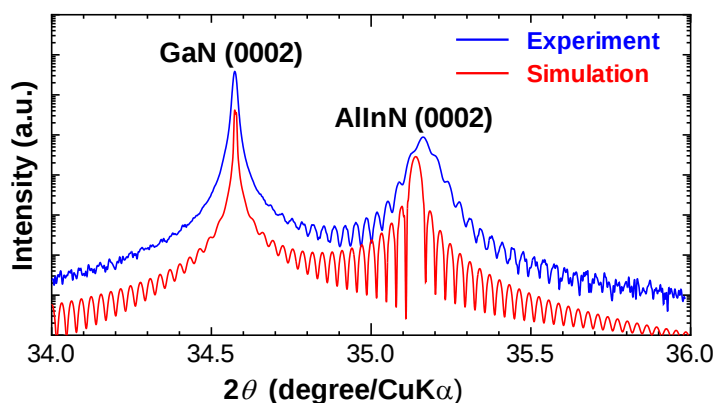


Fig.2. XRD ω-2θ profile for an MOCVD-grown 300-nm-thick AlInN film. The red line represents the simulation result obtained by assuming a perfectly-relaxed $A_{10.83}In_{0.17}N$ film.