

RF-MBE を用いた InGaN 成長の膜厚依存性

Film Thickness Dependence of In-rich InGaN Epilayers Grown by RF-MBE

坂本 正洋¹, 王 科¹, 荒木 努¹, 名西 愷之^{1,2}, Euijoon Yoon²¹立命館大学、²ソウル国立大学M. Sakamoto¹, K. Wang¹, T. Araki¹, Y. Nanishi^{1,2}, and E. Yoon²¹Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga 525-8577, JAPAN²Seoul National University, Seoul 151-742, KOREA

E-mail:ro0003pp@ed.ritsumeik.ac.jp

1. はじめに InGaN は、可視・赤外領域光デバイスや超高効率太陽電池の実現へ向けて応用上非常に魅力的な材料である。一方で、格子整合する基板がないことや、GaN と InN との大きな非混和性、最適成長条件の違いから、高品質な InGaN 結晶を広い混晶組成範囲で得ることは未だ困難であり、また結晶成長メカニズムについても未解明な点が多い。我々はこれまで DERI 法を活用した InGaN の RF-MBE 成長において、これらの課題解決に向けた検討を進めてきた[1]。今回は RF-MBE 成長 InGaN の In 組成比や歪に対する膜厚依存性を検討したので報告する。

2. 実験と結果 RF-MBE 法を用いて、GaN/Sapphire テンプレート基板上に、Ga セル温度、In セル温度、窒素プラズマパワー一定の条件下、基板温度(590℃, 555℃, 540℃)を変化させて InGaN 成長を行った。またそれぞれの InGaN 成長において、膜厚を 25、75、250、500 nm と変化した試料を作成した。X 線回折法を用いた非対称 (11-24) 面の逆格子マッピング測定を行い、InGaN の a 軸、c 軸の格子定数を測定し、In 組成比と歪緩和率の評価を行った。

Fig.1 は、異なる基板温度で成長した InGaN に対し、逆格子マッピングにより求めた In 組成比の膜厚依存性を示したものである。どの温度で成長した InGaN においても膜厚の薄い領域で In 組成が減少していることがわかる。Fig.2 は基板温度 590℃で成長した InGaN の逆格子マッピング測定結果で、膜厚の変化に伴う InGaN の歪緩和の様子を示している。最も薄い膜厚である 25 nm では、InGaN 層はテンプレート基板である GaN 層に対してほぼコヒーレントに成長しており、強く歪んだ状態であることがわかる。75 nm では InGaN 層からのピークが左方向 (a 軸格子定数が伸びる方向) にシフトしており、格子歪緩和が始まっている。このピーク位置から見積もられる歪緩和率は 12%であった。250 nm においては、さらに歪緩和は進行し、緩和率は 56%であった。500 nm においても歪緩和率はほぼ同じであった。

以上の結果から、InGaN 中の In 組成が減少している薄い膜厚の領域では、InGaN が下地 GaN 層にコヒーレント成長することで大きく歪んだ状態であることがわかった。このような現象は、pulling-effect として MOCVD 法による InGaN (In 組成比<20%) 成長[2,3]においても観察されており、同様の効果が本実験においても比較的 In 組成の高い InGaN 成長に対して観察されたものと考えられる。

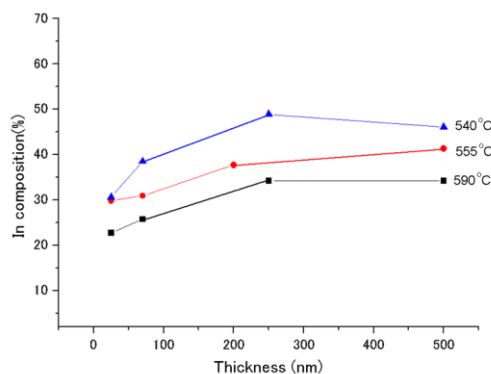


Fig. 1. In composition of three sets of InGaN.

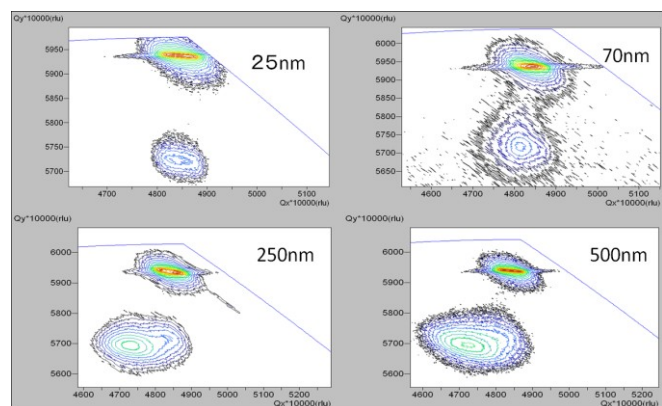


Fig.2. XRD RSM images of a set of InGaN epilayers on GaN grown at 590°C.

謝辞：本研究は、科研費（基盤研究 A #21246004）およびソウル国立大学 WCU プログラム（R31-2008-000-10075-0）の援助を得て行われたものである。

参考文献

- [1] T. Yamaguchi and Y. Nanishi, Phys. Status Solidi A 207, 19 (2010).
- [2] K. Hiramatsu *et al.*, MRS Internet J. Nitride Semicond. Res. 2, 6 (1997).
- [3] S. Pereira *et al.*, Phys. Rev. B. 64, 205311 (2001).