

RF-MBE より成長した高 In 組成 GaInN の成長温度特性

Growth temperature dependence of high In composition GaInN grown by RF-MBE

工学院大学, °(B4)吉田 涼介, (M2)中島 裕亮, (B4)比留川 大輝,

山口 智広, 尾沼 猛儀, 本田 徹

Kogakuin Univ., °R. Yoshida, Y. Nakajima, H. Hirukawa, T. Yamaguchi, T. Onuma, and T. Honda

E-mail: s415049@ns.kogakuin.ac.jp

GaInN は In 組成を制御することによって 0.7eV から 3.4eV までをカバーすることができる直接遷移半導体であり, 可視光領域全てをカバーすることができる非常に魅力的な材料である.^[1]しかし, GaInN は長波長(黄~赤色)になるほど効率の良い発光を示さなくなる.^[2]この問題の要因は GaInN 中の結晶欠陥である. 結晶欠陥が起きる原因として GaN と InN との大きな格子不整合(~11%)^[3]による問題, およびそれに付随する格子緩和の影響がある. そのため現在は, GaN 上に GaInN 成長した青・緑 LED が実用化されているが, 赤色 LED には AlGaInP/GaAs が主に用いられている.

そこで, 低転位 GaInN 下地層を提案する. In 組成 x の低い $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 上に x の高い $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 発光層を成長することによって GaInN 系 LED の長波長化を試みる. 低転位化に向けて, まずは下地層の成長温度が重要なパラメータであると考えている.

本研究では, GaInN を RF-MBE を用いて成長した. 成長温度(熱電対温度)を 520~780°Cまで変化させた. MOCVD で成長されたサファイア基板上の GaN テンプレート基板として使用した. 成長時間を 60 分とし, x の面内分布を減らすため基板を回転させた.

逆格子空間マッピング(RSM)測定から In 組成と緩和率を算出した. 成長温度と In 組成の関係を図 1 に示す. In 組成は 700°Cまではほぼ一定であったが, 700°Cを超えると減少した. 成長温度と緩和率の関係を図 2 に示す. 緩和率は 520~600°Cまでは減少し, 620~700°Cではほぼ一定の値をとり 700°Cを超えると 50%以下まで減少した. ホール効果測定から求めたキャリア密度の成長温度依存性を図 3 に示す. 520~600°Cまでは減少し 620~700°Cではほぼ一定な値をとり 700°Cを超えると再び上昇した. 成長温度とホール電子移動度の関係を図 4 に示す. 成長温度が上がるにつれてホール電子移動度が上昇したが 620~700°Cにかけてはほぼ一定になる範囲があった.

成長温度が上がると 700°C付近から In の脱離が始まる. 一般に In 組成が低下すると結晶性が向上してキャリア密度の減少とホール電子移動度の増加がみられる. しかし, 700°C以上でキャリア密度が増加し, ホール電子移動度も増加した.

以上の結果を踏まえ, 成長温度に対する GaInN の結晶性・電気的特性・光学的特性について包括的に議論する.

謝辞

本研究にご議論頂いた量研(QST)

佐々木様, 高橋様に深く感謝する.

参考文献

- [1] B. N. Pantha *et al.*, Appl Phys. Lett. **93**, 182107 (2008).
- [2] E. Fred Schubert 著「発光ダイオード」(朝倉書店, 東京都, 2010).
- [3] A. F. Wright *et al.*, Phys. Review B. **51**, 12 (1995).

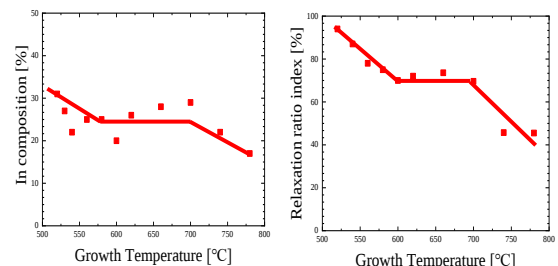


Fig. 1 Growth Temperature vs In composition

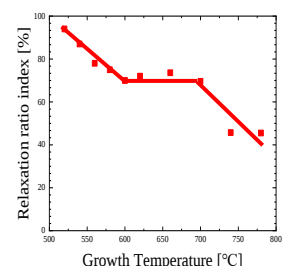


Fig. 2 Growth Temperature vs Relaxation ratio index

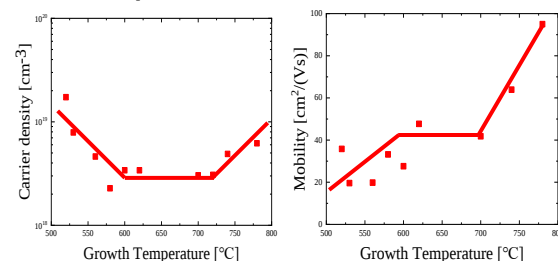


Fig. 3 Growth Temperature vs Carrier density

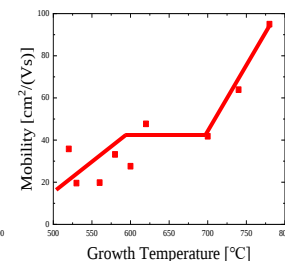


Fig. 4 Growth Temperature vs Mobility