

## InGaN 薄膜の分光 CL マッピング像の温度依存性評価 (2)

## Temperature Dependence of Monochromatic CL Images of InGaN Epitaxial Layer (2)

山口大院・理工 °倉井 聡, 黒飛 雄樹, 山田 陽一

Yamaguchi Univ. °S. Kurai, Y. Kurotobi, and Y. Yamada

E-mail: kurai@yamaguchi-u.ac.jp

InGaN 混晶の高効率発光機構の起源として、In 組成不均一による励起子の局在化、貫通転位密度近傍のポテンシャルバリア形成などが提案されている。これまでに我々は、発光波長 400 nm 前後の InGaN エピタキシャル薄膜について SNOM-PL および SEM-CL 測定を行い、貫通転位近傍でのポテンシャルバリア形成を支持する結果を得た[1,2]。また、In 組成比 0.05 の InGaN 混晶薄膜について CL マッピングの温度依存性を評価し、ポテンシャルバリアの影響を反映したキャリア輸送の描像を得た[3]。今回、様々な In 組成比の InGaN 混晶薄膜の温度依存 CL マッピング測定を行い、試料中のキャリア輸送に対する系統的な評価を行った。

実験に用いた試料は、MOCVD 法により c 面加工サファイア基板上に膜厚 5  $\mu\text{m}$  の GaN(PSS-GaN) 層を介して成長された、In 組成比  $x=0.02\sim 0.06$ 、膜厚 90 nm のアンドープ  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  薄膜である。CL 測定は FE-SEM/CL 装置(日立 S-4300SE/Oxford MonoCL2)を用い、加速電圧 3.0 kV、試料電流 0.26 nA として、温度依存 CL マッピング測定を行った。分光 CL マッピング(MCL)像を取得する際のスペクトル分解能は 2.7 nm とした。

発光ピークエネルギーの高エネルギー側および低エネルギー側で MCL 像を取得し、それらの温度変化を比較した。Fig.1 に In 組成比 0.02 および 0.06 の InGaN 薄膜について、80 K で取得した MCL 像を示す。低エネルギー側のスポット状の発光は、SEM 像の表面ピット位置(貫通転位)に対応していた。高エネルギー側での発光は、低エネルギー側でスポット的に発光している部分では見られず、それ以外の部分では観察領域全面に生じていた。また、高エネルギー側の発光強度分布は均一ではなく、組成不均一に相当すると思われる強弱が観測された。

次に、低エネルギー側の MCL 像の相対発光強度像を Fig.2 に示す。相対発光強度像は 80 K で取得した MCL 像で他の温度で取得した MCL 像を除することにより求めた。前回報告した In 組成比 0.05 の試料と同様に、In 組成比が異なる試料においても、低エネルギー側の相対強度分布が温度に対して明瞭な変化を示す領域を確認した。相対強度変化した領域では、低エネルギー側の発光と高エネルギー側の発光が同時に観測されており、CL マッピング測定法の検出原理(励起箇所からキャリアが拡散した先での発光も検出)を念頭に考えると、温度上昇によりキャリアの拡散が生じたと考えられる。また、高 In 組成比の試料における相対強度の変化は、低 In 組成比の試料よりも高温でより顕著であったことから、高 In 組成比においてキャリア拡散がより生じにくいことが示唆された。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 25420288 の助成を受けて行われた。

[1] Y. Yamada et al., Phys. Rev. B **80**, 195202 (2009). [2] 倉井他, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 28p-PA1-10 (2013). [3] 倉井他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-P16-13 (2015).

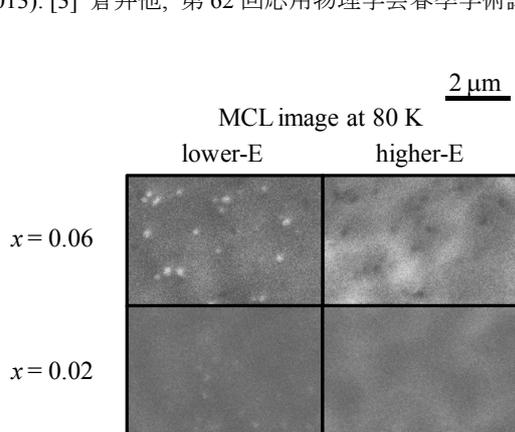


Fig.1 InGaN 薄膜のピーク波長の低エネルギー側および高エネルギー側で取得した 80 K における MCL 像

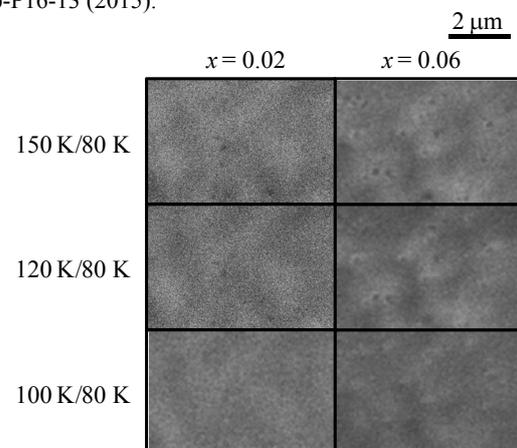


Fig.2 InGaN 薄膜の 80 K での MCL 像を基準とした低エネルギー側 MCL 像の相対発光強度像