

蛍光 XAFS 法による選択成長 Eu 添加 GaN 中の Eu イオン周辺局所構造解析

Local structural analysis on Eu ions in selective area grown GaN by fluorescence XAFS

JASRI/SPRing-8¹, 阪大² °大淵 博宣¹, 長谷川 亮介², 李 東建², 若松 龍太², 松野 孝則²,
小泉 淳², 本間 徹生¹, 藤原 康文²

JASRI/SPRing-8¹, Osaka Univ.² °Hironori Ofuchi¹, Ryosuke Hasegawa², Dong-gun Lee²,

Ryuta Wakamatsu², Takanori Matsuno², Atsushi Koizumi², Tetsuo Honma¹, Yasufumi Fujiwara²

E-mail: ofuchi@spring8.or.jp

1. はじめに 我々は、有機金属気相エピタキシャル(OMVPE)法により Eu 添加 GaN の作製に成功し、GaN 系赤色 LED の室温動作を世界に先駆けて実現した[1]。GaN 系赤色 LED の実用化に向けて、現状の数十 μ W の光出力を mW 程度まで増大させることが課題となる。前回我々は、選択成長により {2-01} 面に堆積した Eu 添加 GaN において、SiO₂ マスクが GaN により完全に被覆されていない場合は大半の Eu は二価、完全に被覆された場合は三価で取り込まれることを明らかにした[2]。今回は、成長温度の異なる選択成長 Eu 添加 GaN に対し蛍光 XAFS 測定を行い Eu イオン周辺の局所構造を評価することで、発光強度と Eu イオンの添加サイトおよびその周辺局所構造の関係を調べたので報告する。

2. 実験方法 本実験では、OMVPE 法により (0001) サファイア上に無添加 GaN 層、選択成長 GaN、GaN:Eu の順で積層した[2]。選択成長のマスク材料には SiO₂ を用い、ストライプパターンを形成した。マスク幅と窓幅はそれぞれ 5 μ m とし、ストライプの方向は無添加 GaN 層に対して <11-20> 方向とした。XAFS 測定は SPRing-8 BL14B2 にて行い、いずれの試料も蛍光法にて測定した。

3. 結果 図 1 に完全被覆試料における GaN 上に成長温度を変えて作製した GaN:Eu 試料の Eu L_{III} 吸収端の動径構造関数を示す。いずれの試料も 1.8 Å 付近と 3.0 Å 付近にピークが現れており、これまでに測定した Eu が Ga サイトを置換した GaN:Eu のスペクトルと類似する[3]。図 2 に、フィッティングから得られた第二近接 Eu-Ga ピークにおける Debye-Waller 因子の成長温度依存性を示す。いずれの試料も Eu が Ga サイトを置換したモデルでよくフィットした。フィッティングの結果から、成長温度が低くなるに従って、Debye-Waller 因子はわずかに増加するものの、その変化は誤差範囲内であることから、PL 強度の低下の原因が構造の乱れに起因するかどうかについては明らかになっていない。CL 測定では、(0001) 面にて観察される対称性の良い Eu の発光ピークが、側面の {2-01} 面において弱くなるものの、(0001) 面が広がるため、Eu 周辺局所構造の乱れを示す Debye-Waller 因子に顕著な違いとして現れなかったと考えられる。

謝 辞 本研究は Spring-8 重点産業利用課題 2012A1762 に基づいて行った。参考文献 [1] A. Nishikawa *et al.*, Appl. Phys. Exp. **2** (2009) 071004. [2] 長谷川他、第 73 回応用物理学会学術講演会、13p-F1-5 (2011). [3] H. Ofuchi *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech. **9** (2011) 51.

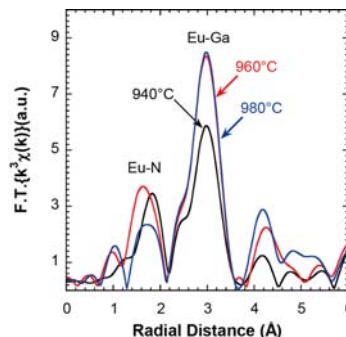


図 1 成長温度を変化させた選択成長 GaN 上 Eu 添加 GaN における Eu L_{III} 吸収端の動径構造関数

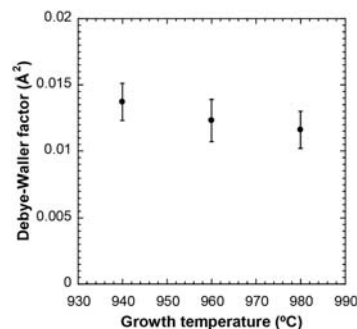


図 2 フィッティングから得られた第二近接ピークにおける Debye-Waller 因子の成長温度依存性