

GaN に格子整合する *c* 面 AlInN 薄膜の空間分解陰極線ルミネッセンス Spatially resolved cathodoluminescence study of *c*-plane AlInN films on a GaN substrate

東北大多元研¹, 名工大², 名城大³, 名大 ImaSS⁴

◦李リヤン¹, 嶋紘平¹, 山中瑞樹², 小島一信¹, 江川孝志², 竹内哲也³, 三好実人², 秩父重英^{1,4}

IMRAM-Tohoku Univ.¹, Nagoya Inst. Tech.², Meijo Univ.³, Nagoya Univ.⁴

◦L. Y. Li¹, K. Shima¹, M. Yamanaka², K. Kojima¹, T. Egawa², T. Takeuchi³, M. Miyoshi²,
and S. F. Chichibu^{1,4}

E-mail: li.liyang.s6@dc.tohoku.ac.jp

【序】 GaN 系可視光レーザの高效率・高出力化に向け、GaN に格子整合し大きな屈折率差を持つ Al_{1-x}In_xN クラッド層の開発が望まれているが、AlN と InN は非混和系であり表面が平滑で組成が均一な Al_{1-x}In_xN 薄膜を得ることは容易ではない。三好らは、GaN テンプレート[1]や GaN 基板を用い[2]、GaN と格子整合し、RMS 表面粗さが 0.5 nm 以下の平滑な[2] *c* 面 Al_{1-x}In_xN 薄膜の有機金属気相エピタキシャル(MOVPE)成長に成功してきた。一方、InN モル分率の低い Al_{1-x}In_xN は通常、数百 meV のストークスシフトおよびエネルギー広がりを持つ発光[3,4](便宜上 Extended States (EXS)と呼ぶ[4])を呈するため、バンドギャップ(E_g)ないしは組成の空間的均一性について検討する必要がある。本講演では、GaN 基板上 *c* 面 Al_{1-x}In_xN 薄膜の空間分解カソードルミネッセンス(SRCL)評価を行い、Al_{1-x}In_xN が呈する EXS 発光の起源について考察した結果を報告する。

【結果】 *c* 面 GaN 基板(貫通転位密度 $5 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$)上にバッファ層無しで MOVPE 成長させた約 300 nm 厚の Al_{1-x}In_xN 薄膜[2]の高分解能 SRCL 測定を行った。図 1(a)に、Al_{1-x}In_xN 薄膜($x = 0.179$)の室温における空間積分($0.4 \times 0.4 \mu\text{m}^2$)CL スペクトルを示す。GaN 基板および Al_{1-x}In_xN 薄膜の発光が各々 3.36 eV および 3.66 eV 近傍に確認された。Al_{1-x}In_xN の発光は約 340 meV のストークスシフトを示し[4]、エネルギー半値全幅は 314 meV であった。Al_{1-x}In_xN の発光ピークの低エネルギー領域(3.59~3.64 eV)および高エネルギー領域(3.74~3.79 eV)の CL 強度像を各々図 1(b)および(c)に示す。電子線打ち込みのピクセル間隔が 6 nm 程度の SRCL 計測では、ピークエネルギーの空間的不均一性は確認されなかった。従って、この Al_{1-x}In_xN 薄膜の発光のエネルギー広がり原因は、 E_g の空間的不均一性ではなく、電子的な局在機構[5]が寄与している可能性がある。詳細は当日議論する。

【謝辞】 本研究は、文科省・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、ダイナミックアライアンス、科研費(新学術領域16H06427)の援助を受けた。李リヤンは中国奨学金(CSC)の援助を受けた。

【文献】 [1] Miyoshiら APEX **1**, 081102 (2008). [2] Miyoshiら JJAP **58**, SC1006 (2019). [3] Wang, O'Donnellら JAP **103**, 073510 (2008). [4] Chichibuら JAP **116**, 213501 (2014); Adv. Mater. **29**, 1603644 (2017). [5] Schulzら APL **104**, 172102 (2014).

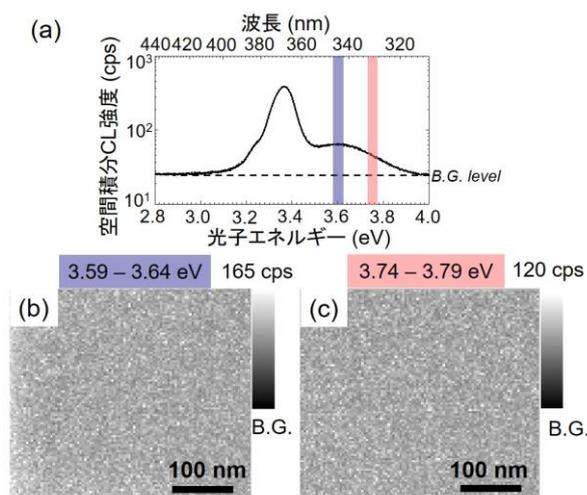


Fig.1. (a) A spatially integrated CL spectrum of an Al_{1-x}In_xN ($x = 0.179$) film grown on GaN at 300 K. CL intensity images of the same Al_{1-x}In_xN taken at the photon energies of (b) 3.59~3.64 eV and (c) 3.74~3.79 eV.