

Al_{1-x}In_xN 混晶におけるバンド端近傍のポテンシャル揺らぎと光学定数の解析

Analysis of potential energy fluctuation and optical constants in Al_{1-x}In_xN alloy

名城大理工¹, 名古屋工大² ○今井大地¹, 山路知明¹, 三好実人², 竹内哲也¹, 宮嶋孝夫¹

Faculty of Science and Technology, Meijo Univ.¹, Nagoya Inst. of tech.²,

○D. Imai¹, T. Yamaji¹, M. Miyoshi², T. Takeuchi¹, and T. Miyajima¹

E-mail: idaichi@meijo-u.ac.jp

近年、窒化物系面発光レーザー(VCSEL)の共振器を構成する導電性多層膜分布ブラッグ反射鏡(DBR)には GaN と格子整合する Al_{1-x}In_xN 混晶(x~0.17)が採用され、GaN/AlInN-DBR の 99.9%を超えるピーク反射率と、電流注入による室温連続発振が報告された^[1]。一方 AlInN 混晶では、混晶組成の空間的不均一や不純物、欠陥等により、バンド端近傍における大きなポテンシャルエネルギー揺らぎの存在が報告されている^[2,3]。VCSEL の発振波長が Al_{0.83}In_{0.17}N の禁制帯エネルギーに近い場合、導波光の吸収による損失を引き起こす可能性をもつが、素子設計においてその影響をどの程度考慮すべきか不明である。そこで本研究では、c 面 GaN 基板上に成膜された AlInN 混晶において、バンド端近傍のポテンシャル揺らぎと、それによる光学定数への影響に着目して解析を行った。

測定試料は MOVPE 法により成長した In 組成の異なる一連の AlInN 混晶である。いずれの試料も、X 線回折逆格子マッピング測定により GaN 基板上へのコヒーレント成長を確認した。

図 1 に Al_{0.83}In_{0.17}N 混晶の 6 K におけるフォトルミネッセンス(PL)および励起スペクトル(PLE)測定の結果を示す。PLE スペクトルのフィッティングより得られた吸収端エネルギーの広がりには 196 meV であり、吸収端(PLE)と PL ピークとのエネルギー差は従来の報告値と同程度である。^[3] 図 2 は分光エリプソメトリー(SE)により測定された tanΨおよび cosΔスペクトルと、それらを六方晶ウルツ鉱構造のバンド構造を仮定した誘電関数モデル^[4]によりフィッティングした結果である。SE 解析では、0.12 ≤ x ≤ 0.22 の範囲で 150~230 meV のスペクトル広がり、これが In 組成の増大により大きくなる傾向が得られた。これを反映して、消衰係数についても GaN の吸収端近傍まで広がりを持つことがわかった。

【参考文献】[1] K. Ikeyama *et al.*, Appl. Phys. Express, **9**, 102101 (2016). [2] R. Butté *et al.*, J. Phys. D, **40**, 6328–6344 (2007). [3] K. Wang *et al.*, J. Appl. Phys., **103**, 073510 (2008). [4] A. B. Djurišić *et al.*, J. Appl. Phys., **85**, 5, (1999).

【謝辞】本研究の一部は文科省「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」、科研費(No.17K06360)の支援を受けた。

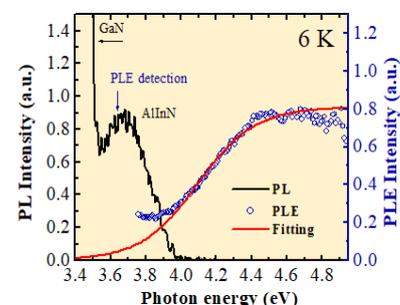


図 1 AlInN (x=0.17) の PL、PLE スペクトルとシグモイド関数によるフィッティング。

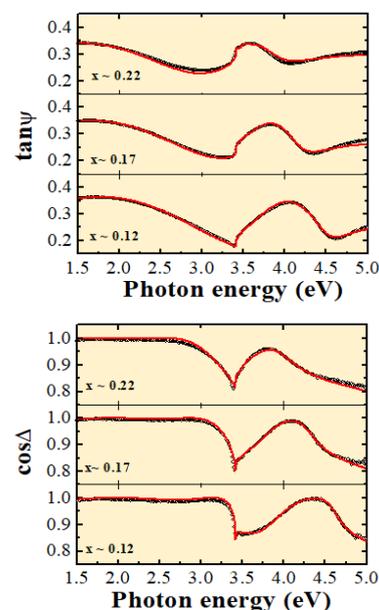


図 2 SE により測定された AlInN (x = 0.12~0.22) の tanΨ、cosΔ スペクトル。黒丸、赤線はそれぞれ実験値とフィッティング結果を示す。