

AlN テンプレート基板上に RF-MBE 法で成長した InN の発光特性

Photoluminescence properties of InN grown on AlN template by RF-MBE

立命館大理工¹, 三重大院工², 三重大院地域イノベ³

○中山 大輝¹, 毛利真一郎¹, 福田安莉¹, 高林佑介¹, 正直花奈子², 三宅秀人^{2,3}, 荒木努¹

Ritsumeikan Univ.¹, Grad. School of Eng.², Grad. School of RIS³, Mie Univ.

○D. Nakayama¹, S. Mori¹, A. Fukuda¹, Y. Takabayashi¹, K. Shojiki², H. Miyake^{2,3}, T. Araki¹

E-mail: re0127ks@ed.ritsumei.ac.jp

InN は、窒化物半導体の中で最も小さいバンドギャップ、大きな移動度を有しており、これらの物性から高速・高周波デバイスや赤外発光デバイスへの応用^[1]が期待されている。しかしながら、InN には結晶解離温度が低い、他の窒化物半導体とのヘテロ接合において格子定数不整合度が大きく、高密度の貫通転位が生じてしまうなど、結晶成長上の課題が存在し、デバイス応用に至っていない。我々のグループでは、デバイス応用に適した結晶基板探索の一環として、スパッタ・アニール法で作成した高品質 AlN テンプレート基板^[2,3]を利用することを検討している^{[4][5]}。今回の発表では、AlN テンプレート基板上に RF-MBE 法で成膜した InN の発光特性を評価し、基板極性・成長法による差異を調べた。

今回の実験に使用した試料は 3 種類である。一つ目は、サファイア上にスパッタ・アニール成長させた窒素極性 AlN 上に、GaN バッファ層を 10 分成長させた後に、成長温度 435°C で DERI 法^[6]によって InN を 80 分間成長させた試料（試料①：InN/GaN buffer/N-AlN）である。二つ目は、サファイア上にスパッタ・アニール成長させた N 極性 AlN 上に、成長温度 435°C で同時供給法によって直接 InN を 2 時間成長させた試料である（試料②：InN/N-AlN）。三つ目は、サファイア上にスパッタ・アニール成長させた Al 極性 AlN 上に、MOVPE 法で AlN を成長させ、さらにその上に成長温度 435°C で同時供給法により直接 InN を 2 時間成長させた試料である（試料③：InN/Al-AlN）。InN の成長温度は 435°C である。これらの試料の PL 測定を、測定温度を 10K~300K の範囲で行った。励起光には 514.5 nm の Ar レーザーを用いて、励起光パワーを 0.090±0.005 W に調整した。なお過去に我々のグループで測定した GaN テンプレート上に成膜した InN の発光スペクトル^[7]との比較も行った（試料④：InN/GaN temp）。

図 1 に先述した 3 つの試料の低温（10K）PL スペクトルを示す。試料①の発光ピーク値（~0.705 eV）は、これまで報告されてきた GaN temp 上の PL ピーク値（~0.685 eV）より高エネルギー側にシフトしている。このシフトはバースタイン-モス効果によるものと考えられ、試料①の電子濃度が高いことを反映している。一方、試料②、③の発光ピークは、~0.69 eV、~0.735 eV と 2 つのピークに分解できる。このことから、試料に GaN temp 上と同程度の電子濃度の領域と、より高電子濃度の領域が混在している可能性が示唆される。講演では以上のデータの詳細に加えて、各基板上 InN の発光効率の温度変化についても報告する。

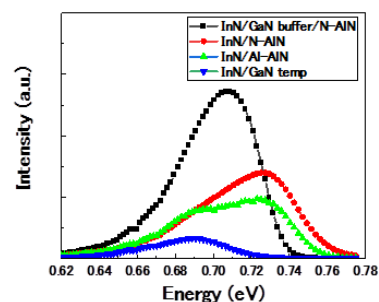


Figure 1 PL spectra of InN on various substrates measured at 10K.

謝辞 本研究の一部は、科研費#21H01831、#21H01017、#18H04294、#16H06415 の助成を受けて行われた。

- [1] X. Wang, S. B. Che, Y. Ishitani, and A. Yoshikawa, J. Appl. Phys.99,073512 (2006).
- [2] H. Miyake, C.H. Lin, K. Tokoro, and K. Hiramatsu, J. Cryst. Growth.456,157 (2016).
- [3] K. Uesugi, Y. Hayashi, K. Shojiki, and H. Miyake, Appl. Phys. Express 12, 065501 (2019).
- [4] 橘 秀紀 他、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 18a-PB3-17
- [5] 福田 安莉 他、第 67 回応用物理学会春季学術講演会 13p-PB1-8
- [6] T. Yamaguchi, and Y. Nanishi, Appl. Phys. Express 2, 051001 (2009).
- [7] F. B. Abas, R. Fujita, S. Mouri, T. Araki, and Y. Nanishi, J. Appl. Phys.57,035502 (2018).