

RF-MBE 法による極薄 GaN/AlN 超格子構造の作製

Growth of ultra-thin GaN/AlN superlattice structure 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

○(M1) 佐谷 直哉¹, 和田 邑一¹, 毛利 真一郎¹, 正直 花奈子², 三宅 秀人^{2,3}, 荒木 努¹

Ritsumeikan Univ.¹, Grad. Sch. of Eng.², Grad. Sch. of RIS.³, Mie Univ.

○N. Mokutani¹, Y. Wada¹, S. Mouri¹, K. Shojiki², H. Miyake^{2,3}, T. Araki¹

E-mail: re0132fi@ed.ritsumei.ac.jp

深紫外 LED では発光層として AlGaIn 量子井戸が用いられているが、未だ発光効率に課題がある。特に高 Al 組成となる 250 nm 以下の波長では、AlN と同様に E_{||c} 偏光となるため C 面からの光取り出し効率が低下する。そこで提案されたのが極薄 GaN/AlN 超格子構造である^[1]。この構造では GaN からの発光となるので C 面からの効率的な光取り出しが可能であり、量子閉じ込めによるバンドオフセットによって深紫外での発光が得られる。さらに GaN を 1~2 ML まで薄くすることで、内部量子効率低下の要因となる量子閉じ込めシュタルク効果を抑制することもでき、既にこの構造で 219 nm (5.7 eV) での発光が報告されている^[2]。本研究ではより高効率な深紫外 LED 発光層の作製を目的とし、RF-MBE 法を用いて高品質 AlN テンプレート上への極薄 GaN/AlN 超格子構造成長を検討している。今回は超格子構造作製の成長条件およびシャッター制御の検討について報告する。

基板には Sapphire 基板上 FFA Sp-AlN に MOVPE 法で AlN を再成長させた高品質の AlN テンプレートを使用した^[3]。超格子構造の作製は RF-MBE 法により行い、成長温度 700°C、Al と Ga のフラックス量は共に 5.0×10^{-7} Torr、RF プラズマパワー 110 W、窒素流量 1.0 sccm のメタルリッチ条件とした。Fig. 1 に成長プロセスを示す。各プロセスでは①メタルリッチ条件での AlN 成長、②Al ドロップレットの除去、③GaN の成長、④余剰 Ga の再蒸発を意図としている。②、④終了のタイミングは RHEED モニタリングによって決定しており、これらを 20 サイクル繰り返して周期構造の作製を試みた。また、①、③の時間を変えることで AlN、GaN のそれぞれの膜厚の制御を目指した。作製した構造の解析は XRD ω -2 θ 測定および断面 TEM 観察にて行った。

Fig. 2 にプロセス①を 60 秒、③を 10 秒で作製した試料の XRD ω -2 θ 測定結果を示す。サテライトピークが得られ、周期構造になっていることが示唆される。構造シミュレーションとの比較の結果、AlN 層が 8.4 nm、GaN 層が 0.4 nm であった。また、断面 TEM においても周期構造が確認された。講演では他の試料や発光特性などをふまえて得られた超格子構造についても議論をする。

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

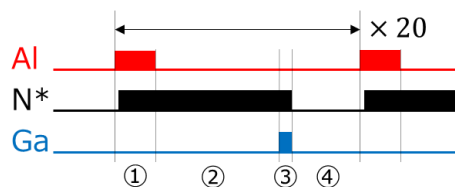


Fig. 1 MBE growth shutter sequence

参考文献

- [1] K. Kamiya *et al.*, J. Appl. Phys. **51**, 02BJ11(2012)
- [2] S. M. Islam, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **111**, 091104 (2017)
- [3] K. Uesugi, *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 065501 (2019)

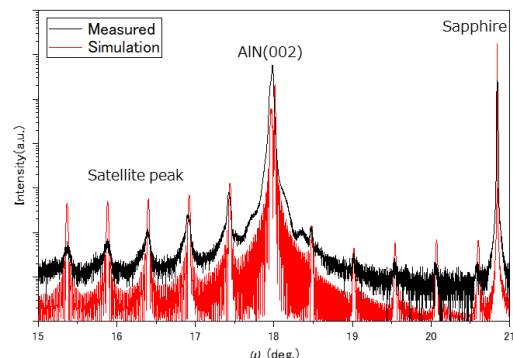


Fig. 2 Simulated and measured XRD ω -2 θ scan