

GaN の深い準位の直接光励起による発光特性の考察

Analysis of emission characteristics of deep levels in GaN by direct photo excitation

菊地 萌¹, 上原大輔², 馬ベイ², 森田 健², 三宅秀人³, 石谷善博²
(千葉大工¹, 千葉大院工², 三重大院地域イノベ³)

GaN は多数の深い準位を生じるが、その深い準位を介した遷移過程について様々な研究があるが未解明な点が多い。特に熱的遷移過程について解析が進んでいない。観測した発光過程を考察して発光デバイスにおけるフォノンとしてのエネルギーロスの対策やエネルギーをフォノンの形で貯蓄するデバイスに関する応用について考えることができる。本研究では、様々な励起波長における時間分解および時間積分 PL スペクトルを測定して n-GaN の深い準位に由来する赤色発光(RL)と緑色発光(GL)の考察を行った。

測定試料には HVPE 成長の自立 n-GaN 基板を用いた。励起光には、パルス幅 300ps で繰り返し周波数 20Hz の窒素レーザー(337nm)、その窒素レーザーを用いた色素レーザー(266nm、363nm、405nm)、パルス幅 500ps で繰り返し周波数 21kHz の YAG レーザーの 4 倍高調波(266nm)を用いた。

図 1 に 10-15K における励起波長の異なる PL スペクトルを示す。励起波長によりスペクトルの形状が異なることが確認された。この結果から 1.8eV の RL は 405nm では励起できない位置、すなわち価電子帯から 3.06eV 以上離れた位置からの遷移であると考えられる。

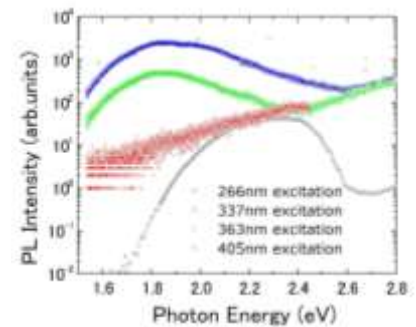


図 1 発光スペクトルの励起波長依存性

図 2 に RL における時間分解 PL の結果を示す。

バンド間励起とバンドギャップ以下での励起で時間減衰波形が異なっており、バンド間励起で

はキャリアのバンド内緩和の特性が減衰曲線に影響しており、これが特に長いライフタイムを生み出している。一方でギャップ内の励起、つまり欠陥準位の直接励起でその準位における電子遷移特性を見ることができると考えられる。低温でのライフタイムは 12ns で既に報告された 15ns¹⁾と一致する。温度依存性から RL では、時間分解 PL に表れる PL 寿命は発光性の寿命を主に表していることが分かった。

本研究は、科研費 No. JP17H02772, JP16H06415, JP16H06425 の援助により行われた。

参考文献

- 1) M.A.Reshchikov *et al.*, Sic.Rep.8, 8091 (2018)

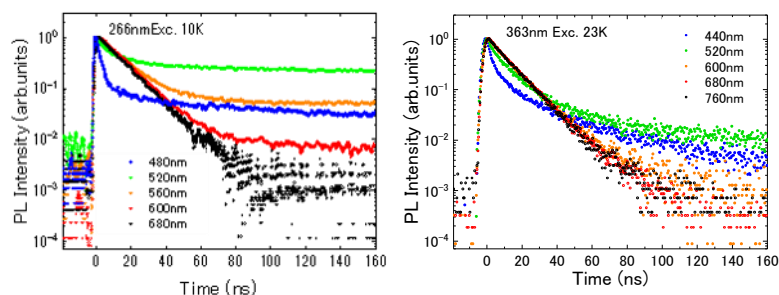


図 2 低温 PL における深い準位に関する時間分解発光