

20a-B5-11

時間空間分解カソードルミネッセンス法による 単一積層欠陥回りの発光ダイナミクス解析

Emission dynamics of an isolated basal-plane stacking fault studied by using
spatio-time-resolved cathodoluminescence method

東北大多元研・院工¹, 三菱化学(株)² °古澤健太郎¹, 石川陽一¹、田代公則¹、
羽豆耕治¹、長尾哲²、池田宏隆²、藤戸健史²、秩父重英¹

Tohoku Univ.¹, Mitubishi Chemical Corp.², °K. Furusawa¹, Y. Ishikawa¹, M. Tashiro¹, K. Hazu¹,
S. Nagao², H. Ikeda², K. Fujito², and S. F. Chichibu¹

E-mail: chichibulab@yahoo.co.jp

【序】半導体の発光特性をサブマイクロメートル以下の空間分解能で観測することは、構成元素や不純物の不均一取り込みに起因する混晶組成の不均一性や電荷分布の不均一性を明らかにしたり、転位など欠陥構造の発生メカニズムを解明する上で重要である。我々は、禁制帯幅の広い半導体において電子線励起が局所励起手段として有利になることから、フェムト秒レーザ励起背面入射型光電子銃を試作¹⁾して走査型電子顕微鏡(SEM)に組み込み、時間空間同時分解カソードルミネッセンス (STRCL)²⁾装置を構築した。これを用い、GaN の表面欠陥近傍におけるバンド端(NBE)発光の発光寿命と効率の関係を明らかにし³⁾、次に前面入射型光電子銃を開発して高輝度化を行い⁴⁾、低加速電圧電子線照射による表面近傍の積層欠陥のダイナミクスを明らかにしてきた⁵⁾。一方、HVPE 成長技術の進展は著しく、 10^6 cm^{-2} 以下の低転位密度 GaN の成長も実現され⁶⁾、個々の転位や欠陥構造を個別に観察し、その周囲のダイナミクスを解析することが可能になってきた。

本講演では、HVPE 成長自立 GaN 基板において高空間分解能 STRCL 評価で観測された単一積層欠陥をスペクトル分解画像により可視化を行うと共に、その近傍における励起子再結合ダイナミクスを議論する。

【実験及び結果】HVPE 成長 GaN 基板の単一積層欠陥に注目し、その近傍における低温局所時間分解カソードルミネッセンス(TRCL)の空間依存性を評価した。自由励起子の再結合と中性ドナー束縛励起子の再結合に起因する複合ピークとみられる発光帯(3.473eV)と I_1 型 c 面積層欠陥に起因する発光帯(3.41eV)の TRCL 信号を比較すると後者の立ち上がりは積層欠陥からの距離に比例して遅れる傾向にあり、自由励起子の拡散によって I_1 型積層欠陥の発光に時間遅延が生じることがわかる。また、前者の発光寿命は積層欠陥に近づくとき短くなることから、 I_1 型積層欠陥近傍に中性ドナー原子があると、ドナーから励起子を捕獲する過程のあることが示唆される。講演ではこれらの定量的な解析結果を議論する。

【謝辞】本研究は、NEDO、科研費(#23656206)、AOARD/AFOSR 等の援助を受けた。

【参考文献】1) 尾沼, 秩父他 Rev. Sci. Instrum. **93**, 043905 (2011). 2) Merano 他 Nature **438**, 479 (2005). 3) 石川, 秩父他 APL **101**, 212106 (2012). 4)古澤, 秩父他 第 73 回応用物理学会学術講演会 12p-H10-21. 5) 石川, 秩父他 第 60 回応用物理学会春季学術講演 30p-G21-3. 6) Fujito 他 JCG **311**, 3011 (2009).