

GaN:Eu 赤色 LED 発光中心の三次元マッピングによる解析

Analysis of emission centers in GaN:Eu red LED using three-dimensional mapping

○石井真史¹, 小泉淳², 藤原康文² (1.物材機構, 2.阪大工)

○M. Ishii¹, A. Koizumi², Y. Fujiwara² (1. NIMS, 2. Osaka Univ.)

E-mail: Ishii.Masashi@nims.go.jp

【序】未だに実用化していない GaN ベースの赤色 LED は、Eu を発光中心として添加した GaN (以下 GaN:Eu) を pn 接合間に挿入する手法が進展し、現在、試作段階に入っている。この Eu 赤色発光中心の理解は、励起波長と検出波長の二次元マッピングを行う先進的なフォトルミネッセンス CEES (Combined Excitation-Emission Spectroscopy) [1]によって飛躍的に進んだが、実際に LED を作製すると、CEES の結果から期待される特性と必ずしも一致しないことも分かった。これは励起法の違い (光励起と電流注入) によると考えられ、従って、光励起ではなく電流注入を使った多次元マッピング分析法を新たに開発し、LED 固有の問題に取り組む必要がある。本報告では既報の PDES (Pulse-Driven Emission Spectroscopy) [2]を発展させ、Eu 発光中心の三次元マッピングを実現し、GaN:Eu LED を解析した結果[3]を報告する。

【測定方法】図 1 に PDES の実験装置の概略を示す。CEES が励起波長を変化させるのに対し、PDES では LED をパルス駆動し、その周波数 f を変化させる。以前の研究から、PDES の f 特性には、Eu 発光中心の電荷捕獲特性が反映されることが分かっている。こうして電流注入に固有の

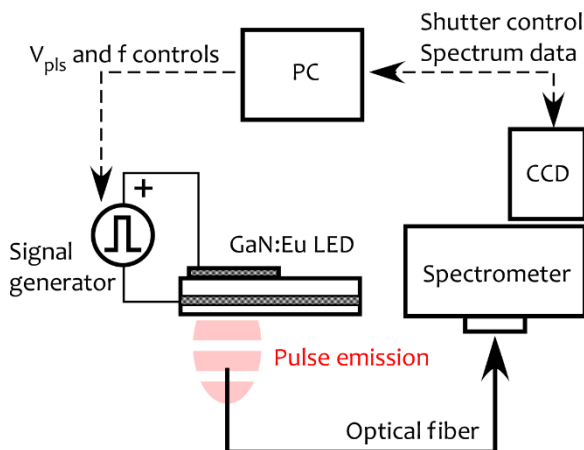


Fig. 1 PDES 三次元マッピング装置

発光特性の多次元マッピングが実現できる[3]。

【結果】図 2 に PDES による「発光波長—パルス周波数 f —発光強度」の三次元マッピングの結果を示す。CEES では励起が共鳴的に起きるため、二次元的なマッピングで十分だが、PDES は広帯域の f 特性から電荷捕獲特性を判断するため、三次元の方が分かりやすい。例えば、本 LED の最大発光ピーク α で規格化した図 2 では、黒丸でトレースした別の f 特性 (電荷捕獲特性) を持つ発光 γ が、この図で視覚的に認識できる。明らかに α と γ は別の発光中心に由来する。更に同じ f 特性を持つ部分を細かく分離抽出すれば、特定の発光中心のスペクトルが選択的に得られる。講演では、こうして分離した $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$ と $^5D_0 \rightarrow ^7F_3$ スペクトルを比較し、LED で主要な発光中心の電子状態を比較検討する[3]。

本研究は科研費 (26420287 および 24226009) の援助を頂いた。

【参考文献】[1] V. Dierolf, C. Sandmann, J. Zavada, P. Chow, and B. Hertog, J. Appl. Phys. **95**, 5464 (2004).[2] M. Ishii, A. Koizumi, and Y. Fujiwara, J. Appl. Phys. **117**, 155307 (2015). [3] M. Ishii, A. Koizumi, and Y. Fujiwara, Appl. Phys. Lett. **107**, 082106 (2015).

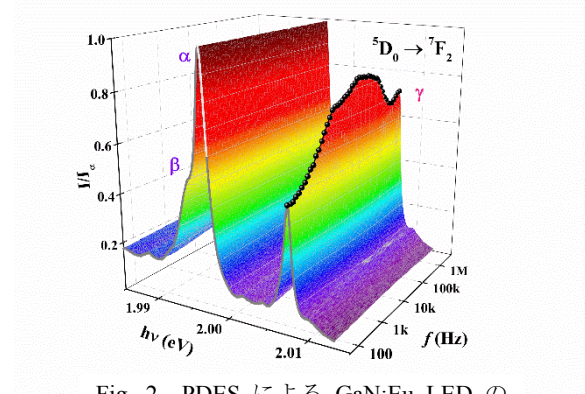


Fig. 2 PDES による GaN:Eu LED の $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$ 発光の三次元マッピング