GaN:Eu 赤色 LED の発光ゆらぎ：インタラクティブな発光過程の解析

Electro Luminescence Fluctuation of GaN:Eu red LED: Analysis of interactive luminescence processes

NIMS[1]，阪大工[2]　○石井 真史[1]，稲葉 智宏[2]，藤原 康文[2]

NIMS[1], Osaka Univ.[2], ○Masashi Ishii[1], Tomohiro Inaba[2], Yasufumi Fujiwara[2]

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

【序】蛍光寿命測定は、発光材料の発光過程を調べるのに簡便かつ代表的な方法の一つである。その特性が指数関数で近似できる場合は、単純な二準位間の発光遷移でモデル化することで発光要因を予想したり、試料の出来・不出来を含めた大まかな比較もできる。一方、拡張指数関数（KWW 関数）や多成分で近似する場合、実際起こっている過程すら特定し難い場合が間々ある。これまで、蛍光寿命ゆらぎの解析（Fluorescence Lifetime Fluctuation, FLF）[1]を使えば、発光に含まれる欠陥の励起・緩和の寄与など、従来の寿命測定では特定困難な過程を定量的に議論できる可能性を示した。本研究では、より複雑な発光過程をもつ光電子デバイスに、ゆらぎ解析（Electroluminescence Fluctuation, ELF）を適用し、解析した結果を報告する。

【実験】近年注目される、赤色に発光する GaN:Eu LED[2]をパルス駆動し、その ON→OFF 時の発光減衰のゆらぎを、FLF 装置を使って計測し、ヒストグラム化して評価した。具体的には、予め設定した発光強度に達するまでの時間のゆらぎを 25,000 回の試行から統計解析する。

【結果】図 1 に、減衰時間(a) 175 μs、(b) 360 μs 、(c) 467μs における ELF のヒストグラムを示す。検出波長は 621nm とした。図に示す通り、およそ 200 μs の Eu $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ の寿命以下では単一の正規分布（#1）で表せたゆらぎが、寿命以上では正規分布を持つ二成分（#1 と#2）に分かれた。この二成分の割合を減衰時間に対してプロットすると（同図(d)）主成分が#1 から#2 に入れ替わる様子が見て取れる。#1 は従来から知られる GaN バルクでの再結合エネルギーの伝搬による発光であるのに対して、#2 は寿命以上で基底状態に戻った Eu が、欠陥等周囲とのインタラクティブな過程によって再励起される成分と解釈できる。講演では、このインタラクティブな「遅れ」過程の定量分析結果を紹介し、従来の寿命測定の問題点を議論する。

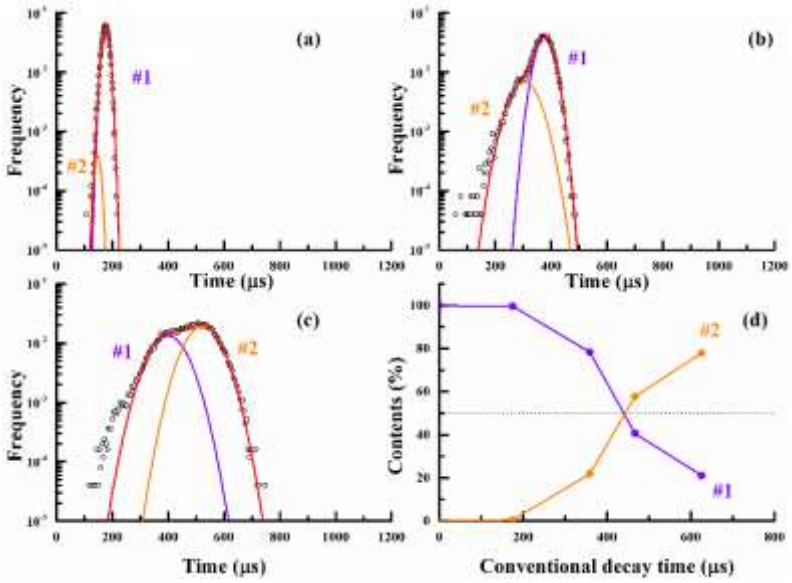

図 1 減衰時間(a) 175 μs、(b) 360 μs 、(c) 467 μs における ELF と(d)その成分分析結果

【参考文献】

[1] 石井真史他、2016 年第 63 回応用物理学会春季学術講演会 21p-S423-6

[2] A. Nishikawa et al., Appl. Phys. Exp. 2, 071004 (2009).