

【特別推進研究】

理工系



研究課題名 半導体イントラセンター・フォトニクスの開拓

大阪大学・大学院工学研究科・教授 藤原 やすふみ
康文

研究課題番号： 18H05212 研究者番号：10181421

キーワード： 半導体、薄膜、光物性、光デバイス

【研究の背景・目的】

我々の身の回りは半導体から生じる様々な光で満ち溢れている。これらの光は半導体の伝導帯と価電子帯の間で生じるインターバンド遷移に起因するため、宿命的な課題を抱えている。

研究代表者は希土類蛍光体と半導体のハイブリッド材料である「希土類添加半導体」を新しい光機能材料として位置づけ、Eu 添加 GaN を用いた赤色 LED を発明している。この赤色発光は Eu³⁺イオンの 4f 殻内での電子配置の変化により生じるため、これまでの半導体からの発光では考えられなかった特徴を有している。

本研究提案では、Eu イオン周辺局所構造と、それが置かれるフォトン場の両方を極限まで制御すること（イントリンシック制御とエクストリンシック制御）により、究極的な Eu 発光機能を実現する。また、その理解を基盤として、Eu 添加 GaN 赤色 LED の更なる高輝度化を目指す（図 1）。本研究を契機として、希土類元素特有のイントラセンター遷移による発光機能に着目した、新しい「半導体イントラセンター・フォトニクス」の開拓が期待される。

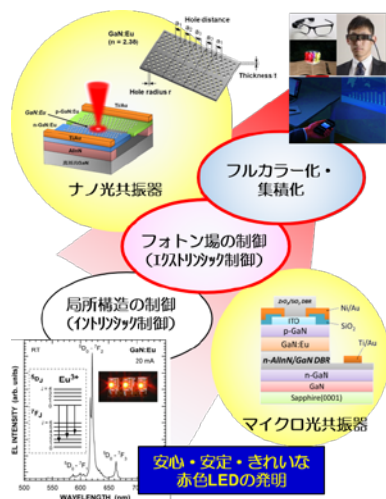


図 1 研究提案の内容と流れ

【研究の方法】

本研究では、GaN へ添加された Eu を主たる研究対象とし、Eu 特有の発光機能の究極を追求する。

(1) フォトン操作を可能とするナノ構造を設計し、作製する。光励起下において究極的な Eu 発光機能の発現を目指すとともに、Eu イオンとフォトン場との相互作用など、内包する物理を解明する。

(2) 光励起下で得られた究極的な Eu 発光機能を電流注入下で実現する。フォトン操作を可能とする最適なナノ構造を LED 構造へ組み込む。構造作製プロセスを確立し、赤色 LED の超高輝度化を実証する。

(3) 青色を呈する Tm、緑色を呈する Er へ展開し、希土類添加窒化物半導体を基盤とした LED のフルカラー化と集積化を目指す。

【期待される成果と意義】

(1) <超スマートディスプレイを実現する> 「超スマート社会」では、超小型の情報端末により高精細な画像や映像をあらゆる場所で表示することが求められる。本研究の集大成として開発するフルカラー LED とその集積化はヘッドマウント LED ディスプレイやマイクロ LED プロジェクターなど、超小型・高精細 LED ディスプレイの実現可能性を示唆する。

(2) <希土類元素を極める> 原子レベルで制御して半導体ヘソフトに添加された希土類元素とフォトン場の組み合わせから生じる新たな発光機能を科学することにより、超高輝度な希土類蛍光体探索の指導原理を、世界に先駆けて構築することを可能とする。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- B. Mitchell, Y. Fujiwara *et al.*: “Perspective: Highly efficient GaN-based red LEDs using europium doping,” *Journal of Applied Physics* **123** (2018) pp. 160901/1-12.
- B. Mitchell, Y. Fujiwara *et al.*: “Utilization of native oxygen in Eu(RE)-doped GaN for enabling device compatibility in optoelectronic applications,” *Scientific Reports* **6** (2016) pp. 18808/1-8.

【研究期間と研究経費】

平成 30 年度－34 年度 490,300 千円

【ホームページ等】

<http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/mse6/>