

## 【基盤研究(S)】

### 理工系(工学I)



## 研究課題名 希土類添加窒化物半導体における赤色発光機構の 解明/制御による高輝度発光素子の開発

大阪大学・大学院工学研究科・教授 ふじわらやすふみ  
藤原 康文

研究分野：電気電子工学、電気電子材料工学

キーワード：電気・電子材料、薄膜、発光機能制御

### 【研究の背景・目的】

発光ダイオード(LED)はディスプレイや照明等、地球規模の「省エネ」や「CO<sub>2</sub>削減」など環境対策に貢献する「エコデバイス」として脚光を浴びている。このような背景の中、窒化物半導体を用いた赤色LEDの開発が強く求められている。我々は、従来のLEDとは全く発光原理が異なる、ユロピウム(Eu)添加GaNを用いた窒化物半導体赤色LEDの開発に、世界に先駆けて成功している(図1)。

本研究では、究極のナノテクノロジーである、半導体への原子レベル制御Eu添加技術を基盤とし、計算機ナノマテリアルデザインとの強力な有機的連携のもとに、Eu励起機構の解明と制御に立脚して、日本発オリジナルである「Eu添加窒化物半導体を用いた赤色LED」の高輝度化を達成する。

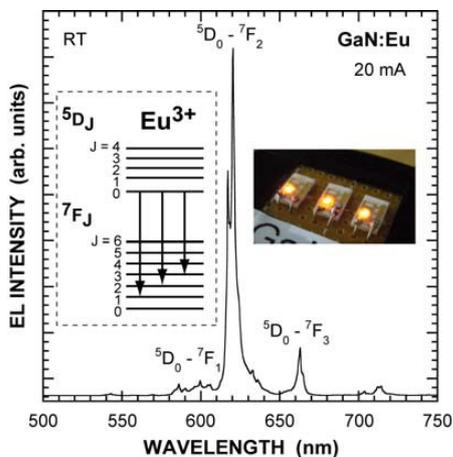


図1 室温で動作するEu添加GaN赤色LED

### 【研究の方法】

本研究では、窒化物半導体へ添加されたEuを研究対象とし、Eu特有の発光機能の究極を追求する。試料作製手法には原子層レベルでの結晶成長が可能な有機金属気相エピタキシャル(OMVPE)法を用いる。

- (1) Eu原子周辺局所構造と発光機能との関連を明らかにし、原子レベルで制御されたEu添加技術の更なる高度化を図る。また、励起・緩和に関わる、窒化物半導体母体からEuイオンへのエネルギー輸送機構を定量的に明らかにする。
- (2) Eu特有の発光機能を最大限に発揮させるために、(1)で明らかにしたエネルギー輸送機構の制御を

目指して、Euと他の不純物の同時添加や、トップダウンおよびボトムアップによるナノ超構造へのEu添加を行う。また、LEDを設計・試作し、その高輝度化を実証する。

### 【期待される成果と意義】

- (1) <希土類材料開発の指導原理を構築する> 希土類蛍光体や希土類磁石に関わる、これまでの希土類材料科学は「勘と経験」に基づく思考錯誤的な「トライ・アンド・エラー」の上に成り立っている。本研究では、希土類元素の発光機能解明に焦点を定め、究極的性能を引き出すための指導原理を構築することが期待される。
- (2) <電池を繋いで希土類元素を光らせる> 希土類元素の発光機能は良く調べられており、既に実用化されている。これらの応用では、希土類元素を紫外線照射や電子線照射により励起することが一般的である。本研究で取り組む「電池を繋いで希土類元素を光らせる」ことは、従来の希土類蛍光体研究者には想像すら出来なかった革新的・独創的な技術のブレイクスルーであり、発光機構の解明とデザインによる新しい応用展開が期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- A. Nishikawa, T. Kawasaki, N. Furukawa, Y. Terai, and Y. Fujiwara: "Room-temperature red emission from p-type/europium-doped/n-type gallium nitride light-emitting diodes under current injection," *Applied Physics Express* **2**, 071004 (2009).
- D. Lee, A. Nishikawa, Y. Terai, and Y. Fujiwara: "Eu luminescence center created by Mg codoping in Eu-doped GaN," *Applied Physics Letters* **100**, 171904 (2012).

### 【研究期間と研究経費】

平成24年度-28年度  
163,600千円

### 【ホームページ等】

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