

高効率赤色発光実現に向けた Eu 添加 GaN₂ 次元プラズモニック結晶の作製

Fabrication of two-dimensional GaN:Eu plasmonic crystals for enhancement of red light emission

大阪大院工, 藤原研 ○(M1)松出 耀司, 山田 智也, 市川 修平, 館林 潤, 藤原 康文

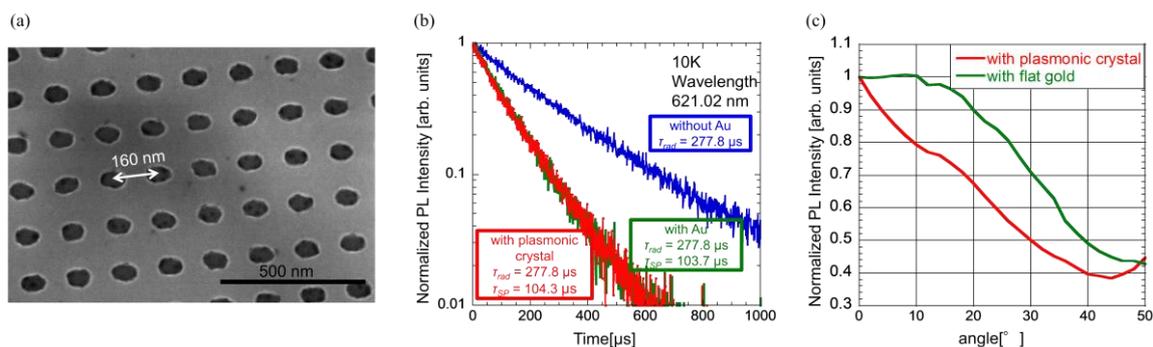
Osaka Univ. ○Yoji Matsude, Tomoya Yamada, Shuhei Ichikawa, Jun Tatebayashi, and Yasufumi Fujiwara

E-mail: yoji.matsude@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】我々はこれまでに、有機金属気相成長 (organometallic vapor phase epitaxy : OMVPE) 法により Eu 添加 GaN(GaN:Eu)を活性層とした発光ダイオード (Light emitting diode : LED) を作製し、室温・電流注入下において赤色発光素子の実現に成功している[1]。本報告では、赤色発光の更なる高指向・高輝度化を目指し GaN:Eu 上に二次元正方格子プラズモニック結晶構造を作製する技術を確立するとともに光学特性を評価したのでこれを報告する。

【実験方法・結果】試料は *c* 面サファイア基板の上に OMVPE 法により作製した。アンドロップの GaN バッファ上に GaN:Eu 層(100 nm)を成長後、GaN:Eu 層表面に二次元正方格子状の円孔パターンを施した。この際、数値解析に基づき格子間隔が 160 nm となるよう設計した。図(a)に円孔パターンを施した GaN:Eu 表面の SEM 像を示す。GaN:Eu 表面に一定の周期を保った二次元正方格子の円孔パターン構造が作製されていることが分かる。作製した本試料の表面に Au(30 nm) を蒸着することによりプラズモニック結晶構造を作製し光学測定を行い、発光特性の比較及び検討を行った。

GaN:Eu 単層膜、Au 薄膜を蒸着した GaN:Eu 膜、および Au 薄膜付プラズモニック結晶を有する GaN:Eu 膜、の 3 種類の試料に対して低温 (10K) 条件下で行った時間分解フォトルミネッセンス (Photoluminescence : PL) 測定の結果を図(b)に示す。時間分解 PL 測定の結果から、Eu³⁺イオン内殻遷移に基づく輻射再結合寿命は 280 μs 程度と見積もられた。一方で、Au 薄膜やプラズモニック結晶構造を有する試料では、減衰曲線が二重指数関数型へ変化し、表面プラズモンカップリングに起因した非常に短い寿命成分 (~104 μs) も同時に観測されることが明らかになった。この結果は輻射再結合確率の増大を意味すると考えられ、従来構造に対する内部量子効率の増大を示唆する結果である。続いて、室温条件下において行った角度分解 PL 測定の結果を図(c)に示す。プラズモニック結晶を有する試料では、Au 薄膜のみを有する試料よりも、試料垂直方向に高い指向性を持つ発光が観察され、光取り出し効率の向上についても期待できる結果が得られた。これらの結果は、作製したプラズモニック結晶が高指向性・高輝度赤色発光の実現に向けて有用な構造であることを示唆するものである。



Figures (a) A bird's-eye view SEM image of the plasmonic crystal structure patterned on GaN:Eu. (b) time-resolved PL decay curves at 10 K. (c) Angular dependence of PL intensity at room temperature.

【参考文献】

- [1] A. Nishikawa, Y. Fujiwara, *et al.*, *Appl. Phys. Express* **2**, 071004 (2009).
- [2] J. Feng, T. Okamoto, and S. Kawata, *Appl. Phys. Lett.* **87**, 241109 (2005).