

課題番号 : F-18-OS-0018
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : プラズモンによる Eu 添加 GaN 赤色発光ダイオードの発光強度増大
 Program Title (English) : Enhancement of light emission from GaN:Eu LEDs by surface plasmon polariton
 利用者名(日本語) : 舘林潤、佐々木豊、松出耀司、藤原康文
 Username (English) : J. Tatebayashi, Y. Sasaki, Y. Matsude and Y. Fujiwara
 所属名(日本語) : 大阪大学大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Osaka University
 キーワード/Keyword : 希土類添加半導体、表面プラズモン共鳴、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要 (Summary)

我々は有機金属気相エピタキシャル (OMVPE) 法により Eu 添加 GaN (GaN:Eu) を用いた発光ダイオード (LED) を作製し、室温・電流注入下で Eu に起因する赤色発光を得ることに成功している。現在、Eu 添加 GaN LED の光出力は当初の目標であった 1 mW を達成しており、現在更なる光出力増大を目指している。これまでの Eu イオンの発光メカニズムの解明により Eu の発光遷移確率が Eu 発光の律速過程であることが判明した[1]。そこで本研究では局在型及び伝搬型表面プラズモンモードと結合させることで、Eu 発光遷移確率の増大と GaN:Eu の発光強度増大を試みた。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

超高精細電子ビームリソグラフィ装置
 電子ビームリソグラフィ装置
 リアクティブイオンエッチング装置
 LED 描画システム

【実験方法】

GaN:Eu LED の表面に EB 蒸着法を用いて Ag 或は Au 薄膜を堆積させ、RTA 装置を用いて 200°C の窒素雰囲気下で 30 分間アニールを行うことで LED 表面に Ag 或は Au ナノ粒子を形成した。走査型電子顕微鏡を用いて構造観察を行った。一方、伝搬型プラズモン作製には微細周期構造の Ag 或は Au 薄膜が必要となるため、電子線描画装置を用いてパターン形成を行った。パターン作製後上下に電極を形成し電流注入下で出力光特性を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

300K での各々の試料の PL スペクトルを評価した。PL 発光強度は Ag ナノ粒子の粒径が増加するにつれ増大し、最大で 3.4 倍の発光強度増大に成功した。次に Ag 20 nm を蒸着した試料と Ag ナノ粒子を有さない試料の時間分解 PL 測定を行った。得られた結果から Eu 発光寿命を算出すると、Ag ナノ粒子を有する試料は 204 μ s と Ag ナノ粒子を有さない試料(263 μ s)

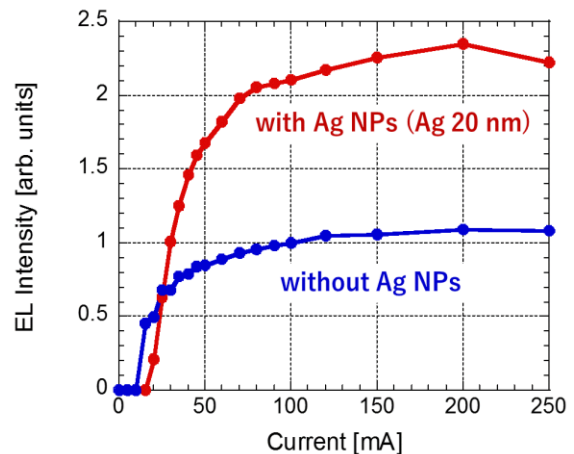


Fig. 1 Injection current-light output intensity profiles of GaN:Eu-based light emitting diodes with and without Ag nanoparticles.

と比して短くなり、発光遷移確率を 1.3 倍増大させることに成功した[1-3]。最後に作製した試料に電極を蒸着し、電流注入において Ag ナノ粒子を有する LED の評価を行った。Ag ナノ粒子の有無によって LED の電気的特性に大きな変化は無い一方、発光強度は約 2.1 倍増加させることに成功した。(Fig. 1)

4. その他・特記事項 (Others)

関連課題番号:S-18-OS-0015

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- [1] J. Tatebayashi, T. Yamada, T. Inaba, Y. Matsude, S. Ichikawa and Y. Fujiwara, International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN2018), OD6-4, Kanazawa, Japan, 2018 November.
- [2] Y. Matsude, T. Yamada, S. Ichikawa, J. Tatebayashi, and Y. Fujiwara, IWN2018, CR4-1, Kanazawa, Japan, 2018 November.
- [3] J. Tatebayashi, T. Yamada, T. Inaba, S. Ichikawa, and Y. Fujiwara, Jpn. J. Appl. Phys. In press.

6. 関連特許 (Patent)

なし。