18p-E11-11

微小光共振器による Eu,O 共添加 GaN の Eu 発光強度増大

Enhancement of Eu photoluminescence intensity in Eu,O-codoped GaN by microcavity

阪大院工 ^〇稲葉 智宏, 李 東建, 若松 龍太, 児島 貴徳, 小泉 淳, 藤原 康文

Osaka Univ. ^oTomohiro Inaba, Dong-gun Lee, Ryuta Wakamatsu, Takanori Kojima,

Atsushi Koizumi, and Yasufumi Fujiwara

E-mail: tomohiro.inaba@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】我々は有機金属気相エピタキシャル(OMVPE)法によって 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、 世界に先駆けて成功した[1]。また、作製した GaN:Eu 赤色 LED の光出力は、発光に寄与する Eu の数によって律速されることを明らかにしている[2]。そこで、更なる光出力増大のためには、(1)Eu 添加濃度増大、(2)Eu 活性化率増大、(3)Eu 発光遷移確率増大などの方法が考えられる。そこで本 研究では、(3)の手法として微小光共振器中に GaN:Eu を作製した。微小光共振器中では光の状態 密度が変調されるため Eu の発光寿命が短くなり、Eu 発光強度の増大が期待される[3]。本発表で は微小光共振器作製に必要な超格子構造 (superlattices: SLs) と distributed Bragg reflector (DBR) の 作製、および Eu の発光寿命変化と、それに伴う PL 強度の増大について報告する。

【実験方法】試料は OMVPE 法によりサファイア基 板上に作製した。Ga、Al、N、Eu、O 原料は、それ ぞれ TMGa、TMAl、NH₃、EuCp^{pm}₂、Ar 希釈 O₂を用 いた。微小光共振器を含む試料の構造は、基板側か ら GaN バッファ層、AlN/AlGaN SLs (10 周期)、 AlGaN/GaN DBR (10 周期)、Eu,O 共添加 GaN、GaN キャップ層、Ag ミラーとした。GaN:Eu,O 活性層の 膜厚は、微小共振器を含む試料では 245 nm、無い試 料では 300 nm であった。微小光共振器を含む試料と 無い試料に対して時間分解 PL 測定、Eu 直接光励起 PL 測定による比較を行った。

【実験結果】Fig.1に時間分解 PL の結果を示す。発 光寿命は、Ag ミラー有りでは 230 µs、無しでは 315 µs となり、Ag ミラーがある場合に発光遷移確率が 1.4 倍となった。Fig.2に微小光共振器有りと無しを比較 した PL スペクトルを示す。ここで、Eu の発光ピー ク波長が異なるのは、微小光共振器有りの試料では、 SLs や DBR による圧縮応力の影響を受けるためであ る。Eu 発光強度は、微小光共振器有りの場合では無 しの場合に比べて 4.3 倍となった。観測される発光 強度の増大は、発光ピークの半値幅がほぼ一定であ ることから、誘導放出によるのではなく、自然放出 光が増強されたためであると考えられる。また、微 小光共振器からの発光は指向性が向上するため[4]、 発光強度が増大する理由の一つと考えられる。



Fig. 1 TR-PL profiles of Eu emission in the samples with and without the Ag mirror at 10K.



Fig.2 PL spectra in GaN:Eu,O samples with and without the microcavity at 81 K.

[1] A. Nishikawa, T. Kawasaki, N. Furukawa, Y. Terai, and Y. Fujiwara, Appl. Phys. Express 2, 071004 (2009).

- [2] A. Nishikawa, T. Kawasaki, N. Furukawa, Y. Terai, and Y. Fujiwara, Phys. Status Solidi A 207, 1397 (2010).
- [3] E. F. Schubert. Y.-H. Wang, A. Y. Cho, L.-W. Tu, and G. J. Zydzik, Appl. Phys. Lett. 60, 921 (1992).
- [4]J. Muszalski, T. Ochalski, E. Kowalczyk, A. Wojcik, and M. Bugajski, Proc. 9th Int. Symp. "Nanostructures: Physics and Technology," St. Petersburg, Russia, p. 171 (2001).