

## 二波長励起 PL 測定による Eu 添加 GaN のエネルギー輸送効率の評価

## Characterization of energy transfer efficiency in Eu-doped GaN

## by two-wavelength excited photoluminescence

阪大院工 °岡田 浩平, 若松 龍太, Dolf Timmerman, 児島 貴徳, 小泉 淳, 藤原康文

Osaka Univ. °K. Okada, R. Wakamatsu, D. Timmerman, T. Kojima, A. Koizumi, and Y. Fujiwara

E-mail: kohei.okada@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】我々は、希土類元素 Eu の 4f 殻内遷移による赤色発光に着目し、Eu 添加 GaN (GaN:Eu) を活性層とする赤色 LED を実現しており[1]、実用化レベルの発光強度を目指して研究を進めている。発光強度が低い要因の一つとして、GaN 母体から Eu イオンへの低いエネルギー輸送効率が挙げられる。本研究では、GaN:Eu 試料の二波長励起フォトルミネッセンス(PL)測定により、GaN 母体から Eu イオンへのエネルギー輸送プロセスを解明し、LED の発光強度増大へ繋がる知見を得ることを目的としている。

【実験方法】有機金属気相エピタキシャル(OMVPE)法により GaN:Eu 試料を作製した。顕微 PL 装置を利用した二波長励起 PL 測定により、GaN のバンドギャップ以下のエネルギーをもつ InGaN レーザー(405 nm)と YAG レーザー(532 nm)を同時照射した場合と、それぞれのレーザーを単独照射した場合の PL スペクトルを比較した。その際、両レーザーをパルス光として、同時照射の重なる時間を変化させて測定を行った。

【結果と考察】OMVPE 法により作製した GaN:Eu 試料には、Combined Excitation-Emission Spectroscopy (CEES)測定により特定された OMVPE 1~8 と呼ばれる Eu 発光中心が存在する[2]。前回の講演[3]では、Fig. 1 に示すように InGaN レーザーにより欠陥準位に励起されたキャリアが YAG レーザーを追加照射することで、さらに伝導帯へ励起されるために OMVPE 4 の強度の減少が観察された。今回、Fig. 2 のように両レーザーをパルス光とし、その重なる時間を変化させて OMVPE 4 の強度の減少を測定した結果、Fig. 3 に示すように両レーザーの照射タイミングを 200  $\mu$ s 程度離すまで強度の減少が観察された。この結果は、OMVPE 4 において InGaN レーザーにより欠陥準位に励起されたキャリアが、その準位に比較的長く留まっていることを示唆しており、励起効率の低い[4]要因である可能性を示している。

[1] A. Nishikawa *et al.*, Appl. Phys. Exp. **2**, 071004 (2009).[2] N. Woodward *et al.*, Opt. Mater. **33**, 1050 (2011).

[3] 岡田 他., 第 61 回応用物理学会学術講演会,

18p-E11-10 (2014).

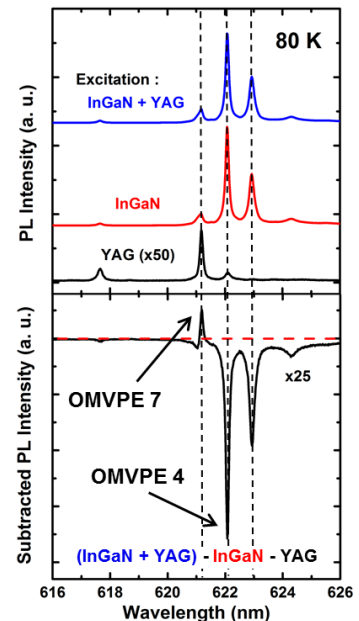
[4] R. Wakamatsu *et al.*, J. Appl. Phys. **114**, 043501 (2013).

Fig. 1 PL spectra under various excitation conditions.

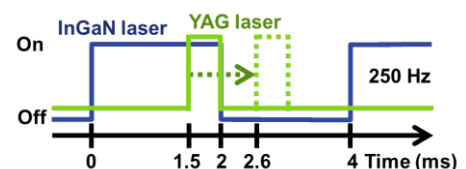


Fig. 2 Irradiation timing chart of InGaN laser and YAG laser.

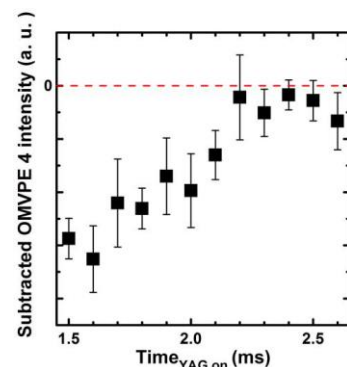


Fig. 3 Overlap time dependence of subtracted PL intensity in OMVPE 4.