

SiO₂ 薄膜による InGa_{0.5}N/GaN 量子井戸を有する窒化物半導体の高効率発光

High efficiency Luminescence of nitride semiconductors with InGa_{0.5}N/GaN quantum wells by SiO₂ thin films

阪府大院工¹, 京大院工² ○垣内晴也¹, 島ノ江考平¹, 松山哲也¹, 和田健司¹, 船戸充²,
川上養一², 岡本晃一¹

Osaka Pref. Univ.¹, Kyoto Univ.² ○S. Kaito¹, K. Shimanoe¹, T. Matsuyama¹, K. Wada¹, M. Funato²,
Y. Kawakami², K. Okamoto¹

E-mail: kaito0620@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

InGa_{0.5}N/GaN 量子井戸に基づく発光ダイオード(LED)の発光効率を改善するための様々な研究が行われてきたが、In 組成の増加につれて発光効率が著しく減少し、緑色領域での高効率化が困難なグリーンギャップ問題は未だ残されている。我々は金属薄膜による表面プラズモン共鳴を用いた簡単・安価な高効率発光について報告してきたが、金属は損失も大きく緑色領域を増強するのに適した金属がないという問題がある。今回は、表面に金属の代わりに SiO₂ 薄膜を成膜することで、特に緑色領域の発光効率が著しく改善されるという驚くべき現象を発見したので報告する。

2. 実験

InGa_{0.5}N/GaN 量子井戸試料の表面に高真空 RF スパッターにより SiO₂ 薄膜 (5 nm) を成膜した。励起光に He-Cd レーザーを用いて Photo Luminescence(PL)測定を行い、スペクトルを比較した。

3. 結果と考察

青色 (470 nm)、緑色 (510 nm)、黄緑 (540 nm) の発光を持つ試料について、得られた PL スペクトルを Fig. 1(a) に示した。青色発光においては非常に強い発光が得られているが、緑色、黄緑色になるに従って著しく強度が減少している。これらの表面に SiO₂ 薄膜を製膜することにより、青色発光においては発光が減少したのに対し、緑色、黄緑色発光では発光増強が得られた。励起光を一定時間照射し続けることにより発光増強が増加し続け、Fig. 2(b) に示したように緑色発光試料はレッドシフトしながら 4~5 倍程度まで、黄緑色発光試料は 8~10 倍まで増強が増加した。黄緑色発光試料は真空チャンバー内でさらに光照射を続けることで発光増強は約 19 倍に達した。時間分解発光測定から発光速度も増加していること、発光強度の温度依存性から 20~30% の高い内部量子効率が達成されていることがわかった。この高効率化の原因・機構については当日議論する。

[1] K. Okamoto, et al. J. Photochem. Photobiol. C: Photochemistry Reviews, 32, 58 (2017).

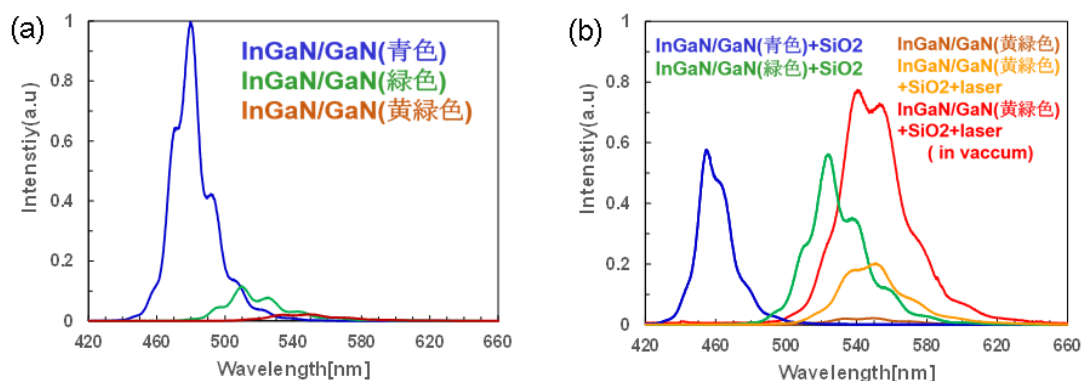


Fig.1 Photoluminescence spectra of InGa_{0.5}N/GaN without (a) and with (b) SiO₂ thin films.