

極性／半極性 InGaN/GaN の表面プラズモン発光増強における 輻射・非輻射再結合速度の変化と内部量子効率の向上

Variation of radiative/non-radiative recombination rates and improvement of internal quantum efficiency in surface plasmon emission enhancement of polar/semi-polar InGaN/GaN

阪府大院工¹, 山口大院創成², °(M2)池田 健人¹, (M1)河合 奏太¹, 松山 哲也¹, 和田 健司¹,
岡田 成仁², 只友 一行², 岡本 晃一¹

Osaka Pref. Univ.¹, Yamaguchi Univ.², °K. Ikeda¹, K. Kawai¹, T. Matsuyama¹,
K. Wada¹, N. Okada², K. Tadatomo² and K. Okamoto¹

E-mail: ikeda0619@pe.osakafu-u.ac.jp

1.はじめに

InGaN/GaN 量子井戸の発光機構は、量子閉じ込めシュタルク効果(QCSE)が大きく影響し、青から緑の発光波長において、発光効率が著しく低下する。我々は、極性面/半極性面 GaN 上に成長させた InGaN/GaN 量子井戸の青色発光の表面プラズモン(SP)共鳴による発光増強に成功した[1]。今回、時間分解 PL の温度依存性を測定し、SP 共鳴による内部量子効率(IQE)の改善に加えて、輻射・非輻射再結合速度に与える SP 共鳴の影響を見積もることで、より詳しく発光増強機構を解析したので報告する。

2.実験

極性/半極性 GaN 基板上に結晶成長させた InGaN/GaN 量子井戸に、真空抵抗加熱蒸着によって Ag 又は Al を堆積させた。発光の温度依存性測定は、9~300 K の範囲で温度管理ができる液体ヘリウムを用いた閉循環クライオスタットを用いて行った。クライオスタットのチャンバー内にサンプルを挿入し、波長 409 nm の InGaN レーザーのピコ秒パルスで励起し、マルチチャンネル分光器によって発光スペクトルを、光電子増倍管と時間相関シングルフォトンカウンタでタイムプロファイルを観測した。

3.結果と考察

極性面 Ag 被覆試料における PL 強度の温度依存性測定から IQE を評価した結果を Fig.1 に示す。300 K における IQE は、Ag 被覆部において約 23.5%、非被覆部において約 9.0%であり、2.6 倍程度の IQE 改善がみられた。この結果を用いて時間分解 PL 測定で得られた発光速度を輻射・非輻射再結合速度に分割して温度に対し

てプロットした結果を Fig.2 に示した。Ag 被覆部において、輻射再結合速度が増加しているだけでなく、非輻射再結合速度の減少も温度によっては起きていることがわかった。当日は半極性面の結果も併せて詳しく議論する。

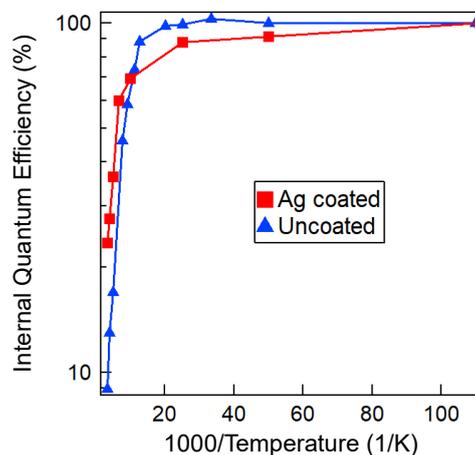


Fig.1 Arrhenius plots of blue emission intensities from polar-InGaN/GaN QW.

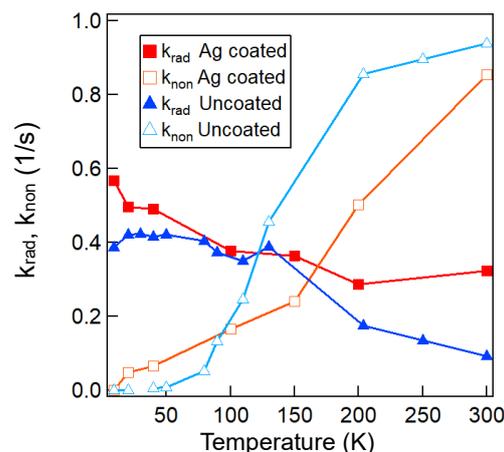


Fig.2 Temperature dependence of radiative and non-radiative recombination rates.

[1] 池田健人ほか, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z02-21, (2020)