

極性/半極性 InGaN/GaN 量子井戸における アルミニウム薄膜を用いた表面プラズモン共鳴による発光増強 Emission Enhancement by Surface Plasmon Resonance Using Aluminum Thin Films in polar/semi-polar InGaN/GaN Quantum Wells

阪府大院工¹, 山口大院創成² °(B)河合 奏太¹, (M1)池田 健人¹, (M2)亀谷 純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. Kawai¹, K. Ikeda¹, J. Kametani¹,

T. Matsuyama¹, K. Wada¹, N. Okada², K. Tadatomo² and K. Okamoto¹

E-mail: kawai0620@pe.osakafu-u.ac.jp

1.はじめに

InGaN/GaN 量子井戸は, 量子閉じ込めシュタルク効果(QCSE)により緑色の発光波長において発光効率が著しく低下する. QCSEはGaNの半極性面上に成長させた半極性 InGaN/GaN において低減できるが, 我々はさらに Ag 薄膜を蒸着して表面プラズモン(SP)共鳴を用いることで, 極性面試料以上の発光増強が得られることを見出した[1]. 今回は Al 薄膜による発光増強を試み, Ag 薄膜との比較, 時間分解発光寿命測定によって発光機構を解析した.

2.実験方法

半極性面試料にはこれまで同様{11 $\bar{2}$ 2}面方向に結晶成長させた GaN 基板を用いた[1]. 極性/半極性 GaN 基板上に結晶成長させた緑色発光を持つ InGaN/GaN 量子井戸試料に, 真空抵抗加熱蒸着によって Al を 50 nm 堆積させた. 顕微 PL マッピング測定は, 励起光源として水銀ランプを備えた落射蛍光顕微鏡を用いて, CCD カメラと分光器により行った. また時間分解発光寿命測定は, パルスレーザーを用いて励起し, その発光を光電子増倍管, 時間相関シングルフォトンカウンタで検出した.

3.結果と考察

極性/半極性面試料の Al 被覆領域と非被覆領域の顕微 PL マッピング測定結果から得たピーク波長とピーク強度の相関を Fig. 1 に示す. 極性面では, 約 1.5 倍の発光増強が見られたが, ピーク波長は Al 薄膜の有り無しでほとんど違いが見られなかった. 一方半極性面では, 約 2.8

倍ほど発光増強し, ピーク波長は大きくブルーシフトした. Ag を蒸着した場合ではピーク波長はレッドシフトし, これは緑色発光において多いとされる転位や欠陥の深い準位が励起子で埋まる前に SP 共鳴によって発光するためだと考察した[1]. これに対し今回の Al を蒸着した場合で得られた大きなブルーシフトは, Al の SP 共鳴により励起子密度が増大することによって欠陥準位が埋まり, より高い準位から発光するためだと考えられる. それぞれの時間分解発光寿命測定の結果とそれによる発光機構の解析については当日詳しく述べる.

[1] 亀谷純, 河合奏太, 池田健人, 松山哲也, 和田健司, 岡田成仁, 只友一行, 岡本晃一, レーザー学会第 549 回研究会, RTM-20-24 (2020).

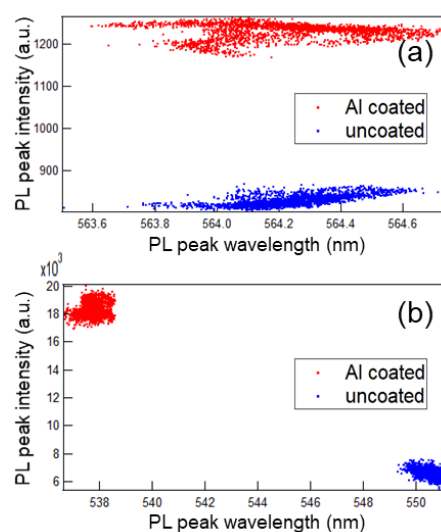


Fig. 1 Correlation between peak wavelength and peak intensity of Al coated or uncoated polar (a) and semi-polar (b) green emitting InGaN/GaN QW.