InGaN 系量子井戸の表面プラズモン発光増強現象の空間分解評価

Spatially Resolved Evaluation of Surface Plasmon Enhanced Photoluminescence of InGaN/GaN Quantum Wells

九大先導研 [1]，京大院工 [2] ○(D)立石 和隆 [1]，船戸 充 [2]，川上 養一 [2]，岡本晃一 [1]，玉田 薫 [1]

Kyushu Univ. IMCE [1], Kyoto Univ. Engineering [2], °Kazutaka Tateishi[1], Mitsuru Funato[2], Yoichi Kawakami[2], Koichi Okamoto[1], Kaoru Tamada[1]

E-mail: tateishi@ms.ifoc.kyushu-u.ac.jp

本研究グループは、InGaN 系量子井戸の表面に銀薄膜を蒸着することにより、表面プラズモン(SP)共鳴によって発光の内部量子効率が向上することを報告してきた。[1]。さらにごく最近、同じ系にアルミニウム薄膜を用いることによって、光吸収効率の向上による著しい発光増強効果が得られることを見出した [2]。今回は、これらの発光増強過程のメカニズムをより深く理解するために、顕微 PL マッピング測定を用いて空間分解評価を行った結果について報告する。

発光層 3 nm、スペーサー層 10 nm の InGaN 系量子井戸の表面に、抵抗加熱蒸着によって 50 nm の銀薄膜を蒸着した。顕微 PL マッピング測定は水銀ランプを励起光源として、電動ステージを備えた蛍光顕微鏡を用い、マルチチャンネル分光測定装置で検出した。

図 1 (a),(b)はそれぞれ、緑色発光を持つ InGaN 系量子井戸表面の銀蒸着部位から得られた PL スペクトルのピーク強度およびピーク波長のマッピング画像である。図 1 (c)の赤で示したデータは、このマッピング像の各ピクセルのピーク強度とピーク波長の相関のプロットである。銀非被覆部位についての同様のプロットも黒のデータで示した。銀非被覆部位においては、ピークが長波長になるほど発光強度が減少する負の相関が見られた。この相関は、In 組成の空間的な揺らぎにより、In 組成が高いほど結晶性がより低く、また量子閉じ込めシュタルク効果(QCSE)が顕著になり発光が弱くなったことによると考えられる。これに対し、銀被覆部位においては、約 10 倍の発光増強が生じると同時に非被覆部位で見られた負の相関が消失し、より空間的に均一な発光特性が得られた。このことから、SP と共鳴することによって、QCSE の緩和などにより発光機構が著しく変化していることが示唆される。当日は、青色発光の InGaN 系量子井戸や、アルミニウムを用いた場合とも比較して詳しく議論する。

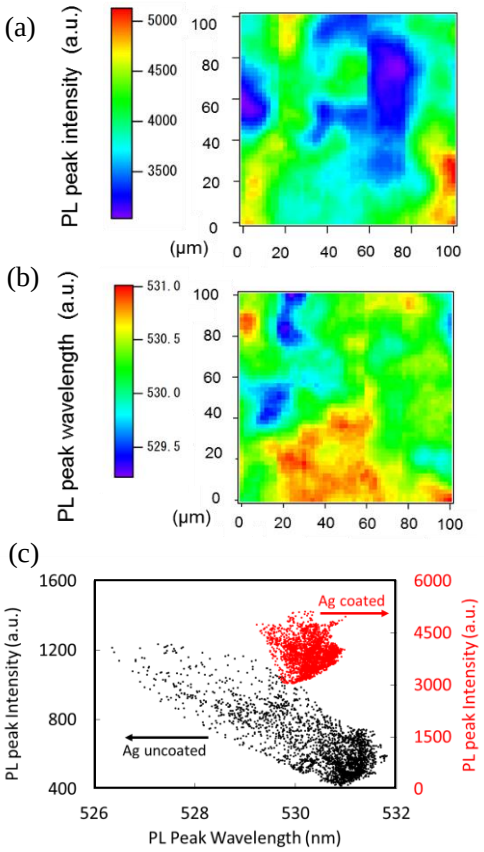

図 1　緑色発光を持つ InGaN 系量子井戸の銀被覆部位の同一領域から得られた(a)ピーク強度および(b)ピーク波長マッピング。(c)銀被覆部位(赤)及び非被覆部位(黒)におけるピーク強度とピーク波長の相関。

[1] K. Okamoto, I. Niki, A. Shvartser, Y. Narukawa, T. Mukai, and A. Scherer, Nat Mater 3 (9), 601 (2004).
[2] Kazutaka Tateishi, Mitsuru Funato, Yoichi Kawakami, Koichi Okamoto, and Kaoru Tamada, Applied Physics Letters 106 (12), 121112 (2015).

© 2016年 応用物理学会