

完全緩和した{11-22}InGaN 下地層上の多重量子井戸の発光特性

Optical characteristics of multiple quantum wells on fully relaxed {11-22} InGaN underlayer

山口大学院創成科学研究科¹、山口大学工学部²

○俵迫湧也²、河村滯¹、西直矢¹、原田裕也²、Nurfarah Najihah Mazelan²、岡田成仁¹、倉井聡¹、山田陽一¹、只友一行¹

Grad. School of Sci. & Eng. for Innovation, Yamaguchi Univ.¹ Department of Eng. Yamaguchi Univ.²

^{○1}, Y. Tawarazako², R. kawamura², N. Nishi¹, Y. Harada², M. N. Nurfarah², N. Okada¹, S. Kurai¹, Y. Yamada¹, and K. Tadatomo¹

E-mail: nokada@yamaguchi-u.ac.jp

【背景】 GaN 系発光ダイオード (LED) の下地層には GaN の二元化合物半導体が用いられている。現在 GaN 系 LED の長波長化が進められているが、長波長領域での発光効率は緑色領域で 20%、赤色領域で数%程度と悪いことが知られている。これは、発光層の In 組成の増加、つまり発光層と下地層との格子不整合率が大きくなることによる、発光層への欠陥導入、量子井戸構造にピエゾ電界が印加されることによって正孔と電子の波動関数に分離が生じる量子閉じ込めシュタルク効果(QCSE)が増大すること、及び In 組成を大きくするための成長条件により発光層そのものの品質の低下などが主な要因である。そこで我々は、GaN 系 LED の下地層に半極性面である{11-22} InGaN を成長させ、下地層との格子不整合率を下げ QCSE の原因となる内部電界の抑制を試した。

【実験・考察】 *m* 面サファイアの基板上に有機金属気相成長法により{11-22}面を有する GaN を成長させ、その上に In 組成約 17%の{11-22}InGaN を 700℃で膜厚に成長した。{11-22}InGaN は逆格子マッピングによって完全緩和していることを確認した。さらにその上に InGaN/GaN の 6 周期の多重量子井戸(6QW)の barrier 層を 800℃、well 層を 680℃で再成長した。この基板で PL 測定を行った所 6QW からの発光は殆ど確認できなかった。この基板は下地層として高 In 組成の InGaN を用いている一方、barrier 層は GaN を用いており、これが MQW の品質低下に起因していると考えられる。そこで barrier 層を InGaN に変え、下地層との格子不整合の低下を図った。従来の GaN barrier 層と比較した PL 測定の結果を図 1 に示す。図 1 から、InGaN barrier 層に変更することによる強度の大幅な向上が確認できた。一方で、下地層と発光層の間に buffer 層を設けることで発光効率を改善させる方法が良く用いられる。本研究では下地と barrier 層の間に 100 nm の buffer 層を設ける。In 組成 13%程の成長温度 740℃の{11-22}InGaN buffer 層を挿入した結果について述べる。図 2 は buffer 層を挿入の有無による PL 測定の結果である。buffer 層を挿入することで発光波長が 100nm ほど長波長化し、670 nm をピークとする発光が確認された。

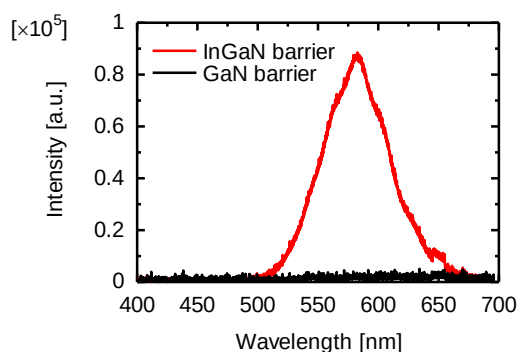


図1 GaN・InGaN barrier 層の
PL 発光スペクトル

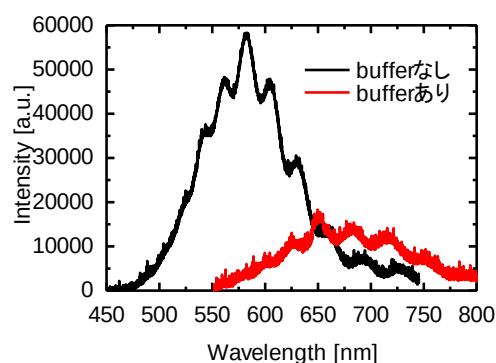


図2 InGaN buffer 層を挿入した
場合の PL 発光スペクトル

[謝辞] 本研究の一部は JSPS 科研費 19H04549 の助成を受けたものであり、文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」の委託業務による成果である。