

局在プラズモンを用いた InGaN 系 LED の作製と評価

Fabrication and evaluation of InGaN-based light-emitting diodes using localized surface plasmon

山口大院理工¹、九大先端研² ○塚田哲朗¹、岡田成仁¹、只友一行¹、立石和隆²、岡本晃一²Yamaguchi Univ.¹, Kyushu Univ.²○T. Tsukada¹, N. Okada¹, K. Tadatomo¹, K. Tateishi², and K. Okamoto²

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

プラズモン効果を用いた発光ダイオードの実現は、プラズモン効果を有する金属の選択により、幅広い波長選択性を有し、更なる近紫外・青色 LED の効率の向上、グリーンギャップ領域の高効率 LED、赤色 LED の高効率化など大きな可能性を秘めている。しかしながら、プラズモン効果を発揮するためには発光層に近い場所に金属を配置する必要がある、デバイススペースでの作製が困難である等の理由により、LED の実用化には至っていない。これまでの研究により発光層から金属までの膜厚の薄膜化を行い、GaN barrier:3 nm、p⁺-GaN:20 nm とすることで従来の LED 特性と同等の結果を得ることに成功し、発光層と金属プラズモンとの距離を 20 nm 程度まで近づけることが可能となった。本研究では、波長 450~460 nm の LED に最適な金属である銀粒子を形成し、そのプラズモン効果について検討を行ったので報告する。

基板には両面研磨の c 面サファイア基板を用いて、p⁺-GaN:20 nm/ GaN barrier:3 nm/ 3 nm-InGaN-SQW/ GaN barrier:12.5 nm / (InGaN/GaN 超格子)/ n-GaN/ u-GaN/ LT-GaN buffer を成長させ LED 構造とした。図 1 に試作後の LED 構造を示す。ここで、銀は EB 蒸着装置で 9.5 nm 堆積後、RTA 装置により雰囲気:窒素、温度:200℃、時間:30 分でアニール処理を行った。銀粒子の形状はボール状で、直径は 60~200 nm である。その後 ITO を雰囲気:酸素、温度:400℃、時間:120 分の条件で 150 nm 成膜した。図 2 にウェーハブローバーによる測定した EL 強度の注入電流依存性を示す。その結果、銀を蒸着していない LED と比べて裏面からの発光強度が約 2 倍増加され、表面からの発光強度も約 1.4 倍増加された。このときの電流注入は 0~200 mA で行った。また、順方向電圧は大きく変化することはない、3.5~3.6 V となった。これらの結果より、本構造の LED はプラズモン効果が発現している可能性が高いと考えている。

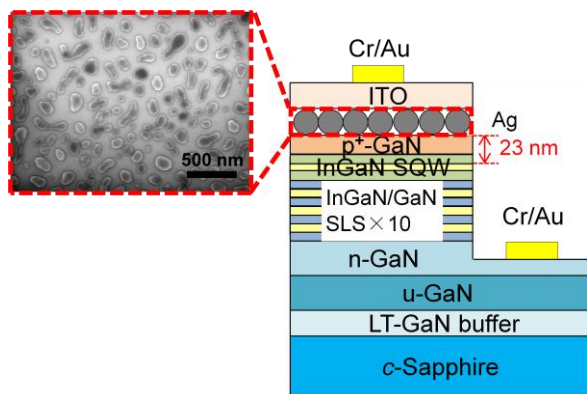


図 1 銀を蒸着した薄膜 p 層を有する LED

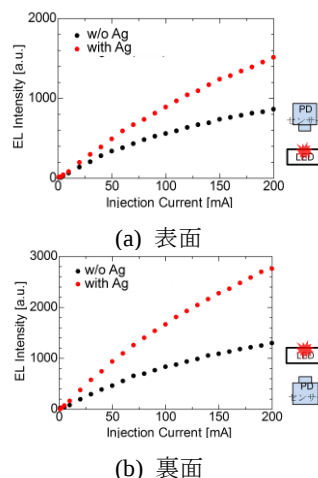


図 2 発光強度の電流注入依存性

【謝辞】本研究の一部は、文部科学省地域イノベーション戦略支援プログラム（グローバル型）の支援を受けて行われた。