

Ag 埋め込みナノ構造を用いた GaInN 系 520nm 波長の LED のための 3つの手法を組み合わせたシミュレーション

Three-method Hybrid Simulation for GaInN 520nm Light-emitting Diodes with Ag-embedded Nanostructures

名城大理工¹

○平松 稜也¹, 韓 東杓¹, 高橋 遼¹, 藤木 領人¹, 澤井 奏人¹, 寶藏 圭祐¹,
上山 智¹, 竹内 哲也¹, 岩谷 素顕¹

Meijo Univ.¹

°Ryoya Hiramatsu¹, Dong-Pyo Han¹, Ryo Takahashi¹, Ryoto Fujiki¹, Kanato Sawai¹, Keisuke Hozo¹,
Satoshi Kamiyama¹, Tetsuya Takeuchi¹, and Motoaki Iwaya¹

E-mail: 213428026@ccalumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】現在の緑色 LED は、赤色や青色の LED に比べ発光効率が低い。この問題を解決する手段として、ナノ構造を用いて光取り出し効率を向上させることや金属の表面プラズモン効果を利用し内部量子効率を向上させることが挙げられる。本発表では、光の粒子性および波動性を考慮し現実的な計算時間でシミュレーションを行うために、FDTD 法、RCWA 法、光線追跡法の3つの計算手法を組み合わせて Ag 埋め込みナノ構造を有する LED の表面プラズモン効果、内部量子効率および光取り出し効率を理論的に計算した。

【実験】Fig. 1 にシミュレーション構造を示す。まず、1つ(A-1)および2つ(A-2)の Ag ナノパティクル(Ag-NP)について FDTD 法にて電界エネルギー密度を計算し、内部量子効率(IQE)を推定し表面プラズモン効果と表面プラズモンポラリトン(SPP)の伝搬の効果を調べた。その結果、Ag-NP の直径 $X=80\text{nm}$ のとき SPP の効果が最大となった。次に、構造の周期性を利用し RCWA 法にて本構造の上面の散乱特性を計算した(B)。最後に、散乱特性データを利用し光線追跡法にて LED の光取り出し効率(LEE)を計算した。Fig. 2 に計算した IQE と LEE より求めた LED の外部量子効率を示す。効率はピッチ $Y=294\text{nm}$ で最大となった。これは p-GaN 中の波長と Ag-NP 間の距離が一致したことによる共鳴が原因と考えられる。今後実際にデバイスを作製し、結果を比較検討する。

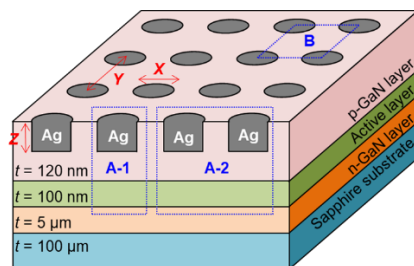


Fig.1 schematic simulation structure

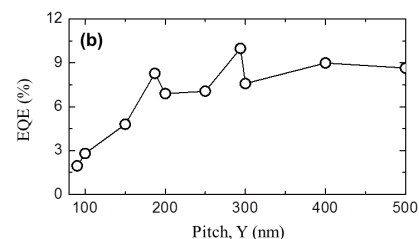


Fig.2 EQE vs. pitch distance

【謝辞】本研究課題の一部は文科省・私立大学研究ブランディング事業、同・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、日本学術振興会・科研費基盤研究 A [15H02019]、同基盤研究 A [17H0155]、同新学術領域研究 [16H06416]、JST CREST [16815710]の援助によって実施された。