

PSS 上に形成した量子殻 LED の光学シミュレーション

Optical simulation of multi-quantum-shell-LED fabricated on PSS

○寺澤 美月¹, 大矢 昌輝^{1,3}, 飯田 一喜^{1,3}, 曾根 直樹^{1,4},
後藤 七美¹, 村上 ヒデキ¹, 岡本 悠¹, Weifang Lu¹
上山 智¹, 竹内 哲也¹, 岩谷 素顕¹, 赤崎 勇^{1,2}

(1. 名城大学, 2. 名古屋大・赤崎記念研究センター, 3. 豊田合成株式会社, 4. 株式会社小糸製作所)

Mizuki Terazawa¹, Masaki Ohya^{1,3}, Kazuyoshi Iida^{1,3}, Naoki Sone^{1,4},
Nanami Goto¹, Hideki Murakami¹, Yu Okamoto¹, Weifang Lu¹
Satoshi Kamiyama¹, Tetsuya Takeuchi¹, Motoaki Iwaya¹ and Isamu Akasaki^{1,2}
(1. Meijo Univ., 2. Akasaki Research Center, Nagoya Univ.,
3. Toyoda Gosei Co., Ltd, 4. Koito Manufacturing CO., LTD)
E-mail: 183428010@c alumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】III 族窒化物ナノ構造を用いた量子殻 LED は m 面(1-100)に三次元の活性域を有し、従来の III 族窒化物 LED の課題であったピエゾ分極の抑制に繋がるとともに、発光面積が平面構造より大きいことから、従来品より高効率・高出力の発光デバイスが期待されている。これまでの知見で、FDTD、Ray Tracing を組み合わせたシミュレーション結果では、n-GaN 電流拡散層で量子殻構造を埋め込むと、光取り出し効率が改善することがわかった。そこで、図 1 に示すこれまでのシミュレーションモデルにおいて、加工サファイア基板 (PSS) を導入したところ、優れた効果が得られたので報告する。

【実験方法】初めに FDTD 法で量子殻活性層からの放射特性を取得し、次に RCWA 法で量子殻の配列による透過・反射の回折効果を取得した。最後に、光線追跡ツールで三次元モデルを作成し、FDTD、RCWA で計算したデータを適用することで疑似的に量子殻 LED を再現し、量子殻 LED の光取り出し効率 (LEE) を計算した。本実験のモデルでは、図 1 のシミュレーションモデルの PSS においては、 $\Phi 2.8 \mu\text{m}$ 、高さ $1.5 \mu\text{m}$ のコーン型構造を、ピッチ $3 \mu\text{m}$ の六法配列で形成したとき、量子殻 LED において PSS の LEE 改善効果を調査した。

【結果】計算した結果、図 1 の①のモデルおよび③のモデルでは、2.7~2.8%程度 LEE が改善された。それに対して、②および④モデルでは、15~33%と大きく LEE が改善し、特に②のフラットな n-GaN 電流拡散層モデルでは、最終的に 80%以上の LEE という、従来の LED より 20%程度大きな LEE が算出された。これらの結果についての考察は、当日述べる。

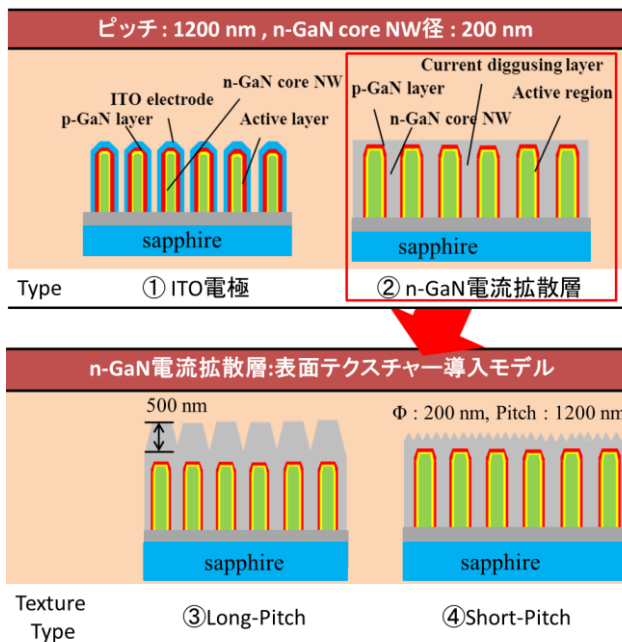


図 1 各々のシミュレーションモデル

表 1 LEE の計算結果 (w/o PSS)

①ITO電極を用いたMQS-LED	n-GaN電流拡散層を用いたMQS-LED		
	②フラット	③Long-Pitch	④Short-Pitch
0.306	0.485	0.353	0.536

表 2 LEE の計算結果 (with PSS)

①ITO電極を用いたMQS-LED	n-GaN電流拡散層を用いたMQS-LED		
	②フラット	③Long-Pitch	④Short-Pitch
0.334	0.818	0.380	0.693

【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 [17H01055]、同新学術領域研究 [16H06416]、JST CREST [16815710]の援助によって実施された。シミュレーションに協力をいただいた SCIVAX の縄田晃史氏に感謝する。