

反射 PhC を用いた高効率 230nm 帯 LED の作製と評価

The fabrication and evaluation of high efficiency 230nm LED using reflective PhC

理研¹丸文², 芝浦機械³, アルバック⁴, 東京応化⁵, 大日本印刷⁶, 日本タングステン⁷,
ファームロイド⁸

○鹿嶋行雄¹, 松浦恵理子², 定昌史¹, 前田哲利¹, 篠原秀敏³, 古田寛治⁴, 上村隆一郎⁴, 青山洋平⁵
岩井武⁵, 長野丞⁶, 大神裕之⁷, 祝迫恭⁷, 飯村一樹⁸, 平山秀樹¹

○Y.Kashima¹, E.Matsuura², M.Jo¹, N.Maeda¹, H.Shinohara³, K.Furuta⁴, R.Kamimura⁴, Y.Aoyama⁵,
T.Iwai⁵, T.Nagano⁶, H.Oogami⁷, Iwaisako⁷, K.Iimura⁸, H.Hirayama¹

E-mail: yukio.kashima@riken.jp

波長 280nm 以下の深紫外 LED(UVC-LED)は表面及び空気殺菌・浄水・UV 樹脂硬化などの用途で市販されている。近年 COVID-19 のパンデミック抑制の一手段として SARS-COV-2 ウイルスの不活化が特に注目を集めている。UVC-LED はコンパクト・安全・省エネ・長寿命・使い易いなどの特徴があり、265nm 帯域では空調システムの空気清浄用途が、230nm 帯波長では人体照射無害の表面殺菌に分類される。現在市販されている 265nm-LED の WPE は 2%以下で、その主な要因は、量子井戸層で発光した光が p-GaN コンタクト層で吸収消失されて光取り出し効率(LEE)が 6%と低いことである。一方、230nm-LED は Al 組成が 80%を超えることにより TM 光が増大して横から光が放射されて LEE は更に減少して 1.3%程度となる。

筆者らは p-GaN コンタクト層にフォトニック結晶(PhC)を導入して、PhC と量子井戸層(MQW)との距離を最適化することにより LEE が 3.2 倍以上改善されることをシミュレーションにより見出した。そこで、2インチサファイア基板に 230nm 帯エピ構造を MOCVD により作成した後、p-GaN コンタクト層に直径 140nm、周期 200nm、深さ 100nm の空孔を三角格子配置に PhC を形成した。そして、n 電極に V/Al/Ni/Au、p 電極に Ni/Au で電極を形成して 0.7mm×1.1mm のチップを作成・評価した。PhC 有りでは $I_F=80\text{mA}$ で出力 0.7mW、 $I_F=40\text{mA}$ で $\text{EQE}=0.15\%$ が得られた。また、PhC 無しに対して PhC 有りでは 1.25 倍の改善が得られた (下図参照)。更に PhC 有りでは PhC 無しに対して V_F で 2V の改善が得られた。今後、PhC と MQW の距離を最適化することにより更なる LEE の改善が期待できる。

