反射フォトニック結晶を用いた高効率・高出力殺菌用深紫外 LED

Development of high-efficiency and high-power deep-UV LED using reflective photonic crystal

鹿嶋行雄 [1,2○], 松浦恵里子 [1,2], 前田哲利 [1], 定昌史 [1], 篠原秀敏 [3], 上村隆一郎 [4], 長田大和 [4], 古田寛治 [4], 岩井武 [5], 青山洋平 [5], 祝迫恭 [6], 長野丞益 [7], 平山秀樹 [1]

理研 [1], 丸文 [2], 芝浦機械 [3], アルバック [4], 東京応化工業 [5], 日本タングステン [6], 大日本印刷 [7]

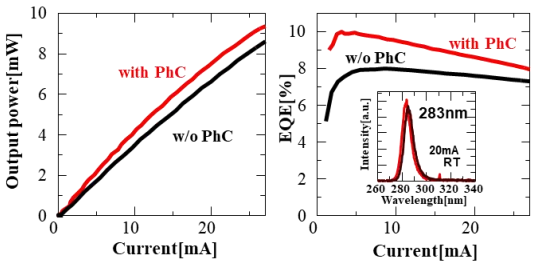
○Y. Kashima [1, 2], E. Matsuura [1, 2], N. Maeda[1], M. Jo[1], H. Shinohara[3], R. Kamimura[4], Y. Osada[4], K. Furuta[4], T. Iwai[5], Y. Aoyama[5], Y. Iwaisako[6], T. Nagano[7], H. Hirayama[1]

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・院内感染防止などの用途例があるが、新型コロナウイルスウイルス感染の急拡大に伴い細菌・ウイルスの不活化効果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るが、アフターコロナ共存時代におけるインフラ設備にはワット級の出力及び 10%以上の電力光変換効率改善が急務である。市販品 UVC-LED の効率が 3%程度と低い主な要因は、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ること、内部全反射により光を LED 素子外部に取り出すことが容易でないなど、光取り出し効率が 6%と低いことである。

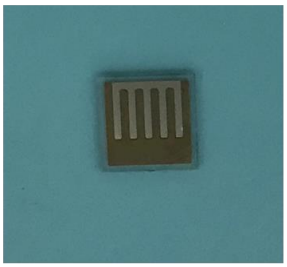
筆者らは透明 p-AlGaN コンタクト層に高反射フォトニック結晶及び高反射 p 型電極を導入して 283nm 波長において外部量子効率で既に 10%を達成している(Fig.1)。一方、ワット級の高出力化を実現する方法として、p-GaN コンタクト層反射フォトニック結晶による低駆動電圧化、LED 素子の発光面積増大化、無機コーテイング膜付きパッケージへの実装による熱効率ドループ対策などに取り組んでいる。最近の FDTD 法の計算によれば、p-GaN コンタクト層に反射フォトニック結晶を R/a=0.4 並びに量子井戸層とフォトニック結晶間の距離を最適化して導入した場合、3 倍以上の光取り出し効率の改善が得られている。但し、R は p-GaN コンタクト層に形成した空孔の半径、a は周期である。そして、p-GaN コンタクト層は低駆動電圧で高電流の注入ができ素子大面積化が可能となる。また、無機コーテイング膜の反射率は 280nm 近辺で高反射 Al と同等の 91%以上の反射率が得られている。当日は、光取り出し効率向上へ取り組んできた経緯と現在研究開発中の UVC-LED(Fig.2)の高出力化並びに高効率化の現状を紹介する。

Fig.1



I-L Characteristic　I-EQE(%) Characteristic

Fig.2



4mm□ Flip-Chip UVC-LED

© 2020年 応用物理学会