

## 紫外線放射 LED の実際

旭化成株式会社  
森下 朋浩

昨今の新型コロナウイルスの蔓延において、深紫外線でウイルスを不活化する効果が注目されている。深紫外線光源としては水銀ランプ広く用いられているが、近年では環境負荷が小さく、スタートアップ時間も短いという利点を持つ深紫外LEDが注目されている。ウイルスの不活化や殺菌は、DNAが深紫外光を吸収することで二重らせん構造が破壊され、増幅機能を失うことで実現される。そのため図1に示すように深紫外光の中でもDNAの吸収率が高い波長265nm付近での殺菌効率が最も高いことが知られている<sup>1)</sup>。

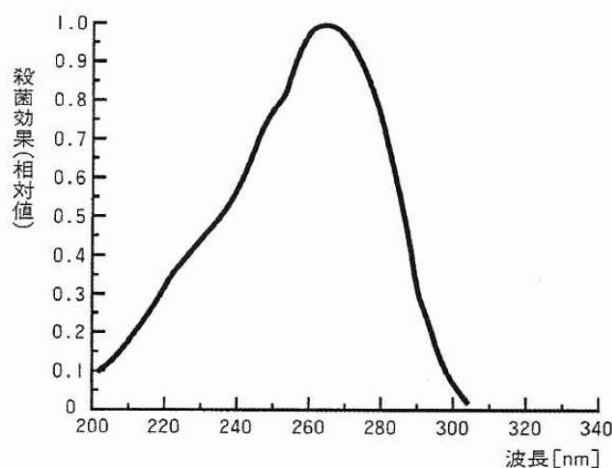


図1 殺菌効果の波長依存性

従来の深紫外LEDはサファイア基板やSiC基板上に作製されているが<sup>2-4)</sup>、サファイア基板やSiC基板を用いた場合には、半導体材料の格子定数差、熱膨張係数差が大きいため、 $10^8\text{cm}^{-2}$ 以上の線欠陥が発生してしまい、発光効率が低いという課題があった。そこでこれまで線欠陥密度低減のため、ELO(Epitaxial Lateral Overgrowth)等の方法が取り組まれてきた。また内部量子効率と線欠陥密度との相関についても調べられており、線欠陥が非発光再結合中心として働くとの報告があることから、線欠陥密度を低減することは非常に重要となる<sup>5)6)</sup>。これらを解決するためには、半導体材料の格子定数、熱膨張係数といった物理定数の近いAINを基板として用いることが非常に有効である。AIN基板上に作製されたLEDでは線欠陥密度を $10^5\text{cm}^{-2}$ 以下に抑えることが可能となる。さらに、格子定数差が小さいというメリットを活かすことで、殺菌効率の最も高い波長265nm帯で高出力となるLEDを実現することができる。

これらの技術を活かして2017年に殺菌用LEDの販売を開始した。さらには265nm LEDを用いた水殺菌モジュールを開発し、2L/minの流速において、99.9%以上の殺菌性能（大腸菌）を実証し、2018年5月に水殺菌モジュール製品をリリースしてきた。

また、新型コロナウイルスを背景に深紫外LEDへの関心が高まっている中で、更にLEDの効率を向上させる取り組みを進めてきている。LEDの効率は、「キャリア注入効率」「内部量子効率」「光取り出し効率」の積であらわされるが、薄膜構造の改善によりキャリア注入効率の向上が実現され、またAlN基板作製技術の進歩によりAlN基板の吸収係数を $15\text{-}30\text{cm}^{-1}$ へと低減することで光取り出し効率向上が実現された

現在、波長265nmにおいて、500mA駆動で出力60mW、70mWのシリーズ、さらにはエンジニアリングサンプルとして80mW以上の高出力LEDの供給を始めている(図2)<sup>7)</sup>。

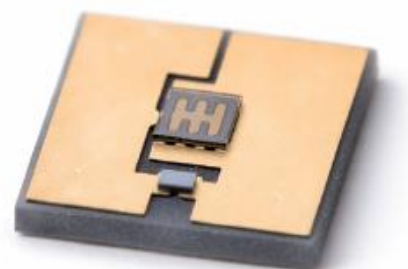


図2 殺菌用LEDデバイス

#### 参考文献

- (1) 日本紫外線水処理協会 ニュースレター1.
- (2) Sun, W., Shatalov, M., Deng, J., Hu, X., Yang, J., Lunev, A., Bilenko, Y., Shur, M. and Gaska, R.: Appl. Phys. Lett. 96, p.061102 (2010).
- (3) Pernot, C., Kim, M., Fukahori, S., Inazu, T., Nakagawa, T. Y., Hirano, A., Ippommatsu M., Iwaya, M., Kamiyama, S., Akasaki, I and Amano, H.: Appl. Phys. Express 3, p061004 (2010).
- (4) Hirayama, H., Tsukada, Y., Maeda, T. and Kamata, N.: Appl. Phys. Express 3, p031002 (2010).
- (5) Inazu, T., Fukahori, S., Pernot, C., Kim, M.-H., Fujita, T., Nagasawa, Y., Hirano, A., Ippommatsu, M., Iwaya, M., Takeuchi, T., Kamiyama, S., Yamaguchi, M., Honda, Y., Amano, H. and Akasaki, I.: Jpn. J. Appl. Phys. 50, p122101(2011).
- (6) Hwang, S., Islam, M., Zhang, B., Lachab, M., Dion, J., Heidari, A., Nazir, H., Adivarahan, V. and Kahn, A.: Appl. Phys. Express 4, p012102 (2011).
- (7) <http://www.cisuvc.com/>