

# LED に実装可能なメタ表面を用いた円偏光選択性コリメータの設計

## Design of a circular polarization selective collimator with metasurface for LEDs

阪大院工<sup>1</sup>, 阪大電顕センター<sup>2</sup>, アルバック協働研<sup>3</sup>

○田口 遥平<sup>1</sup>, 村田 雄生<sup>1</sup>, 市川 修平<sup>1,2</sup>, 田畑 博史<sup>1</sup>, 戸田 晋太郎<sup>1,3</sup>, 小島 一信<sup>1</sup>

Grad. Sch. Eng., Osaka Univ.<sup>1</sup>, Research Center for UHVEM, Osaka Univ.<sup>2</sup>, ULVAC Inc.<sup>3</sup>,

○Yohei Taguchi<sup>1</sup>, Yuki Murata<sup>1</sup>, Shuhei Ichikawa<sup>1,2</sup>, Hiroshi Tabata<sup>1</sup>, Shintaro Toda<sup>1,3</sup>, and

Kazunobu Kojima<sup>1</sup>

E-mail: yohei.taguchi@sfm.eei.eng.osaka-u.ac.jp

円偏光は、光通信や 3D ディスプレイなどの幅広い分野への応用が期待されており、電流駆動の単一円偏光素子の開発が期待されている。本研究では、高い外部量子効率を持つ(0001) InGaN 発光ダイオード(LED)にメタレンズを組み合わせた、単一円偏光発光素子を提案する。

入射する円偏光の回転方向により焦点距離を変化させるメタレンズを利用して[1]、InGaN LED の発光層から出射される光のうち右回り円偏光成分の光のみをコリメートする。これにより、LED から出射される右回り・左回り円偏光の配光分布に意図的な差を生み出す。

Fig. 1 に提案する円偏光発光素子の構造を示す。一般に InGaN 系の光デバイスはサファイア基板上に結晶成長し、高効率での発光を目的として、多重量子井戸構造(MQW)を持つ。メタレンズは ITO 上部に加工することになるが、メタレンズと InGaN LED の発光層との距離が 200 nm 程度と非常に近接してしまい、メタレンズが機能しなくなる。そこで、図中に示すように GaN に格子整合する AlInN を用いた AlInN/GaN 分布ブラッグ反射器(DBR)を導入することで仮想的な焦点距離が数ミクロン程度となり、この仮想焦点距離に合わせたメタレンズの設計を提案する。サファイア基板側にメタレンズを加工する場合、広範囲での描画が必要となり、コストや高集積化の面に課題を有している。

右回り円偏光の焦点距離を  $3.5 \mu\text{m}$ 、左回り円偏光の焦点距離を  $0 \mu\text{m}$  とするメタレンズの設計を行った。設計したメタレンズは、スパッタ法によっても堆積可能かつ高い屈折率・広いバンドギャップを持つ GaN を材料とした。メタレンズは、高さ 800 nm、周期 200 nm のナノピラーアレイを仮定し、有限差分時間領域法に基づくシミュレーションをおこなった。波長 450 nm のダイポール光源を InGaN/GaN MQW 層の中心に設置し、光の配光分布と円偏光度の計算を行った。

Fig. 2 に DBR を導入した場合としない場合それぞれに対しての、右回り・左回り円偏光の規格化電界強度を示す。DBR を導入した場合には、仮想焦点の効果により右回り円偏光についてのみコリメートされている様子が明瞭に観察できた。また、放射角に対して実効的な円偏光度が 0.78 と高い値が得られることがわかった。

【謝辞】本研究の一部は、池谷科学技術振興財団 No.0361019-A の助成を受けたものです。

[1] T. Shengnan *et al.*, *Opt. Express*. **27**, 680 (2019).

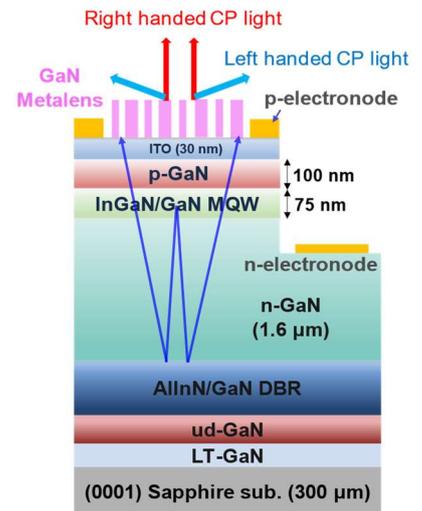


Fig. 1 Schematic diagram of the metasurface combined InGaN LED.

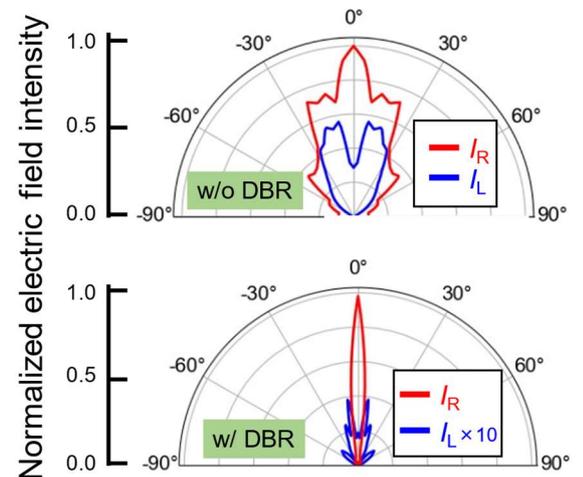


Fig. 2 The normalized electric field intensity of right-handed CP light and left-handed CP light in the cases of w/o DBR and w/ DBR.