

GaN サブ波長格子を用いた 400nm 波長帯で動作する高感度屈折率センサー

Highly sensitive refractive index sensor with GaN subwavelength grating

operating 400 nm wavelength region

徳島大理工¹, 徳島大 p-LED² ○高島 祐介¹, 原口 雅宣^{1,2}, 直井 美貴^{1,2}

Faculty of Sci. and Tech., Tokushima Univ.¹, Institute of Post-LED Photonics, Tokushima Univ.²,

○Yuusuke Takashima¹, Masanobu Haraguchi^{1,2}, Yoshiki Naoi^{1,2}

E-mail: takashima@tokushima-u.ac.jp

光学式屈折率センサーはバイオイメージング等の応用に向け、小型かつ水分を含んだ環境での動作が求められる。これまで金属表面[1]やナノ構造[2]を利用した可視～赤外光を測定範囲とした高感度屈折率検出が報告されているが、プリズムやゴニオメーターが必要であること、金属表面の不安定性、水による赤外光吸収があった。我々は、高屈折率(屈折率 $n > 2$)サブ波長回折格子(SWG: Sub Wavelength Grating)を用いて、①水での光吸収が少ない青色波長光(415nm)で動作する、②プリズム不要の垂直入射型、③非常に安定で測定環境を選ばない、といった特徴を有する高感度屈折率センサー実現に成功したので報告する。

作製した SWG 構造を Fig. 1 に示す。GaN 系 LED 表面に周期 200 nm、空隙部 180 nm、高さ 150 nm の GaN-SWG(GaN 屈折率 = 2.5 : 波長 400 nm)をドライエッチングにより作製した。SWG 中では、その周期的屈折率変調によって固有の光状態(固有モード)が存在する。特に GaN のような高屈折率 SWG 場合では、垂直入射において最低次と高次モードを同時に励起でき、SWG 上下端におけるモード同士の干渉が生じる [3]。励起されたモードの位相や振幅は SWG の周囲屈折率 n_s に依存する。したがって、ごくわずかな n_s の変化に対してもモード間の干渉状態は敏感に反応し、高感度に n_s を検出することができる。

水中に配置した本構造に p 偏光(Fig. 1)を垂直に入射し、エタノールを加え n_s を変化させた際の反射スペクトルを測定した。反射スペクトルの n_s 依存性を Fig. 2 に示しており、Fig. 2 中の図は測定系を示している。反射スペクトル中に見られる微細構造は LED における薄膜干渉である。Figure 2 に示すように波長 415 nm 付近に固有モード同士の干渉から生じた反射ピークが現れている。また、Fig. 3 に波長 415 nm における反射光強度の n_s 依存性を示す。 $n_s = 1.333$ から 1.346 に増加した際、反射ピーク強度は約 20.6 % 減少した。このとき、単位屈折率(RIU: Refractive Index Unit)当たりの反射強度変化は 1580 %/RIU に達しており、これまでに報告されている屈折率センサーに匹敵する感度を垂直入射の簡単な測定系によって実現できたことを示している[1, 2]。また、本構造は LED 表面に実装しており将来的に LED を光源とした光源一体型の集積デバイスの展開も期待できる。

以上のように高屈折率 SWG を利用し、415 nm の短波域で動作する垂直入射型の高屈折率センサーを実現した(感度は 1580%/RIU)。

謝辞: 本研究の一部は科研費 JP18K04238 および LED general platform project of Tokushima University の支援によって行われた。

参考文献[1] D. Michel *et al.*, *Sens. Actuator B* **246**, 258 (2017). [2] Y. Lin and H. W. M. Salemink, *Opt. Express* **20**, 19912 (2012). [3] C. J. Chang-Hasnain and W. Yang, *Adv. Opt. Photonics* **4**, 379 (2012).

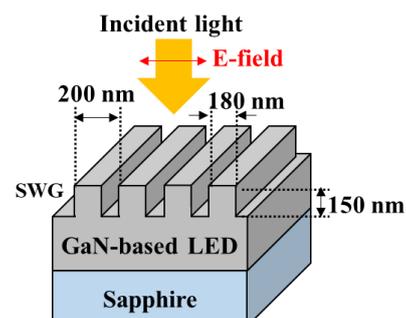


Fig. 1 Schematic of GaN-SWG

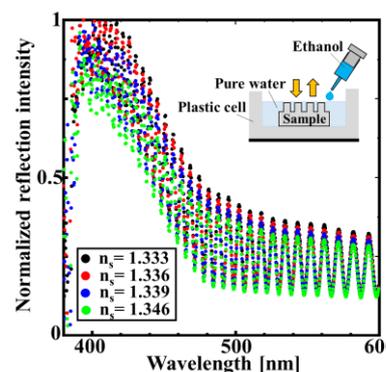


Fig. 2 Normalized reflection spectra of the fabricated GaN-SWG

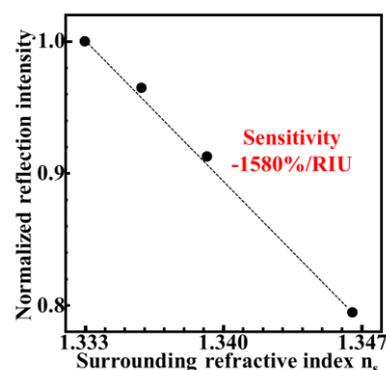


Fig. 3 Dependence of reflection intensity at 415 nm wavelength on n_s