

# サブ波長格子/導波構造を有する二波長帯紫外光検出

## UV light detection for two wavelength band by using Subwavelength Grating /waveguide structure

徳島大学<sup>1</sup>, 日本学術振興会特別研究員<sup>2</sup> ○(M1)草葉 啓太<sup>1</sup>, (D3) 高島 祐介<sup>1,2</sup>,  
原口 雅宜<sup>1</sup>, 直井 美貴<sup>1</sup>

Tokushima Univ.<sup>1</sup>, JSPS<sup>2</sup>, ○Keita Kusaba<sup>1</sup>, Yuusuke Takashima<sup>1,2</sup>,

Masanobu Haraguchi<sup>1</sup>, Yoshiki Naoi<sup>1</sup>

E-mail: k-kusaba@ee.tokushima-u.ac.jp

高感度かつ任意波長の紫外光検知は皮膚がんなどの原因調査に有効な手段である。従来の紫外光検知器は検知波長帯が材料の物性値に依存し、自由な波長選択性が得られない。本研究では入射光の波長より短い構造周期を持つサブ波長格子(Subwavelength Grating:SWG)と光ファイバなどに代表される導波構造を組み合わせ、各構造の制御により任意に波長選択が可能な二波長帯受光デバイスの実現を目指している。SWG 中には周期的屈折率分布による固有モードが存在し、SWG の透過光は構造中のモードの重ね合わせにより決定される。モード同士が逆位相でお互いに打ち消す場合、その干渉により、透過光強度は非常に小さくなる[1]。一方、導波構造において入射光と導波モードの位相が整合する場合、導波構造内に光が閉じ込められる光導波路共鳴(Guided Mode Resonance:GMR)が発生し、透過率が減少する[2]。SWG および導波構造中の電磁界分布を調査し、紫外域において任意の波長選択性かつ二波長検出を同時に実現する構造を検討したので報告する。

Figure 1 に設計した紫外光検出器のモデル図を示す。本研究で検出する波長帯は UV-A の波長 370nm と UV-B の波長 320nm とした。まず、SWG 中の波数分散関係を用いて入射波長 $\lambda=320\text{nm}$ において透過光強度が低くなるように SWG の材料:SiN(屈折率:2.14 $\lambda=320\text{nm}$ )、構造周期 210nm、構造幅 105nm、構造高さを 130nm とした。一方、導波構造では、 $\lambda=370\text{nm}$ において入射光と導波モードの位相が整合し、GMR が発生するように SiN 層(コア層)および SiO<sub>2</sub> 層(クラッド層)の厚さをそれぞれ 100nm、40nm とした。

有限差分時間領域法を用いて、Fig.1 の構造に対し、電磁界解析を行った。入射光は空気側からガラス基板側へ+Z 方向に伝搬するとし、設計構造の透過率を観測面において計算した。Figure 2 に透過率の入射波長依存性を示す。 $\lambda=368\text{nm}$  と  $325\text{nm}$  において透過率が急激に減少しており、半値幅はそれぞれ 8nm、6nm である。また Fig. 3(a)、3(b)はそれぞれ $\lambda=325\text{nm}$ における X 方向の電界分布、 $\lambda=368\text{nm}$ における Z 方向の電界分布を示す。Fig. 3(a)に示すように SWG と SiO<sub>2</sub> 界面において、固有モード同士が打ち消し合い、透過電場が小さくなっていることが分かる。Fig.3(b)は Fig.3(b)右上の非共鳴時と比べ、導波構造内に z 方向の強い電界分布がみられる。この電界分布から X 方向へ光が伝搬しており、構造内に光が閉じ込められていることを示唆している。これは各モードの位相整合条件から予測された SWG 内の固有モード間の位相が逆位相になる波長(320nm)と GMR の発生波長(370nm)とほぼ一致しており、理論値通りの二波長帯の透過率の減少を実現できた。今回は紫外光をターゲットとしたが各構造を変化させることで、構造の材料を変えることなく検出波長帯を任意に選択可能であることを示した。

[1] Y. Takashima *et al.*, Opt., Commun., **369**, 38 (2016).

[2] Chang-Hyun Park *et al.*, Opt. Exp., **20**, 23769 (2012).

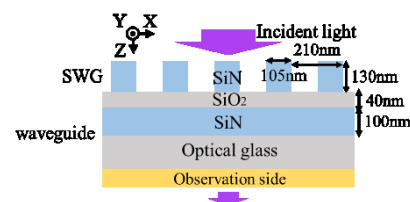


Fig.1 Profile of SWG/Waveguide structure

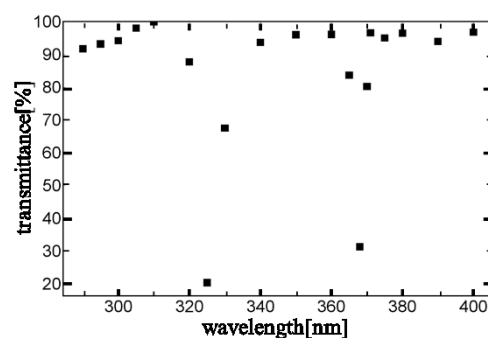


Fig.2 Incident wavelength dependence of the transmittance

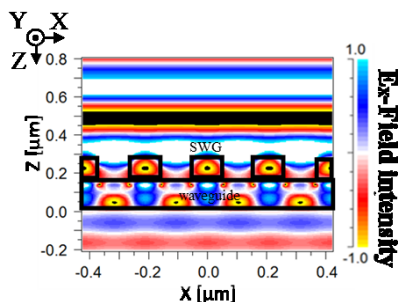


Fig.3(a) Electric field distribution ( $\lambda=325\text{nm}$ )

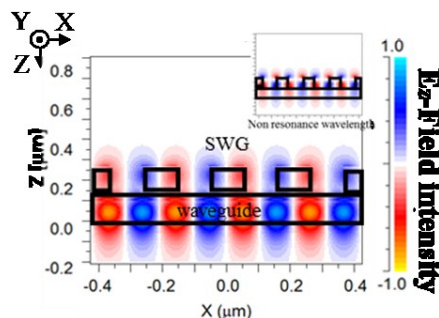


Fig.3(b) Electric field distribution ( $\lambda=368\text{nm}$ )