

# AIN サブ波長回折格子を用いた深紫外ミラーの広帯域化

## Investigation for wideband reflection mirror in deep ultraviolet wavelength with AlN-subwavelength grating

徳島大理工<sup>1</sup>, 徳島大 pLED<sup>2</sup> ○高島 祐介<sup>1,2</sup>, 笹田 侑<sup>1</sup>, 永松 謙太郎<sup>1,2</sup>, 原口 雅宣<sup>1,2</sup>, 直井 美貴<sup>1,2</sup>

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

○Yuusuke Takashima<sup>1,2</sup>, Atsuki Sasada<sup>1</sup>, Kentaro Nagamatsu<sup>1,2</sup>,

Masanobu Haraguchi<sup>1,2</sup>, Yoshiki Naoi<sup>1,2</sup>

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

深紫外光(DUV: Deep Ultraviolet)は浄水や殺菌デバイスへの応用が期待される波長域である。一方、DUV 域では多くの物質中での光吸収が大きく、従来では高効率な光学素子の実現が難しい。今回、単層 AlN-サブ波長格子(SWG: Subwavelength Grating)を用いて、DUV 高反射ミラーの広帯域化を検討したので報告する。

提案する AlN-SWG を Fig.1 に示す。SWG 空隙部は屈折率  $n_{\text{gap}}$  の媒質で埋められている。AlN-SWG 部では、周囲との高い周期的屈折率コントラストにより複数の光固有モードが存在し、入射光と波数が一致した際、固有モードは入射光と結合する。モード同士が SWG 格子内と空隙部の上端において逆位相の場合、境界条件から透過光が打ち消され、高反射が実現できる[1]。モードの位相は周囲と SWG の屈折率差に強く依存しているため、 $n_{\text{gap}}$  による反射特性制御が可能である。

設計した Al-SWG の周期  $\Lambda = 220$  nm, 格子幅  $w = 80$  nm, および格子高さ  $t_{\text{SWG}} = 120$  nm である[2]。本構造に Fig.1 のように p-偏光の光(波長 $\lambda$ )を入射し、反射スペクトルを有限差分時間領域法により計算した。 $n_{\text{gap}} = 1$ (Air)の場合、反射ピークが波長 $\lambda = 244$  nm で得られている[2]。また  $n_{\text{gap}}$  の増加に伴い、反射スペクトルの形が変化しており、 $n_{\text{gap}} = 1.3 \sim 1.5$  では反射率が大きく減少している。特に  $n_{\text{gap}} = 1.2$  の場合、 $\lambda = 225 \sim 245$  nm の帯域において 97 %以上の反射率が得られることが分かった。これは、DUV ブラッグ反射鏡と同等の反射率および帯域をわずかに波長以下の単層構造で得られることを示している[3]。また、 $n_{\text{gap}} = 1.2$  における $\lambda = 225$  nm と 245 nm での電場分布を Fig. 3(a), (b)に示す。どちらの分布においても SWG 上端での AlN 格子と空隙部の位相が逆位相で、透過した電界が弱くなっており、 $\lambda = 225 \sim 245$  nm の広い波長帯で高反射が得られたと思われる。これは、AlN-SWG と周囲の大きな屈折率差のため、固有モードの持つ波数の分散関係が  $n_{\text{gap}}$  の変化に対し飽和するため生じたものであると思われる。

以上のように、AlN-SWG の空隙部屈折率制御により広帯域・高反射を DUV 域で得られることが分かった。

謝辞：本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21K14515 の助成を受けた。参考文献：[1] V. Karagodsky *et al.*, Opt. Express. **18**, 16973 (2010). [2] Y. Takashima *et al.*: presented at OMC-P-02, The 8th Optical Manipulation and Structured Materials Conf., (2021). [3] Q. Li *et al.*, Opt. Express **11**, 180 (2021).

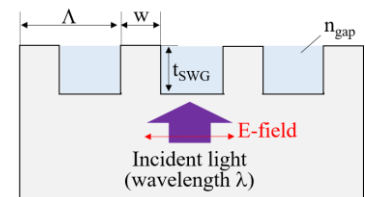


Fig. 1 Cross section of gap filled AlN-SWG

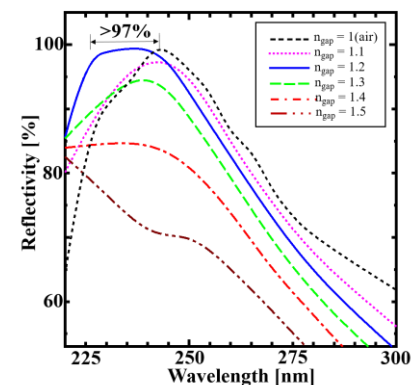


Fig. 2 Reflection spectra dependence of the AlN-SWG on  $n_{\text{gap}}$

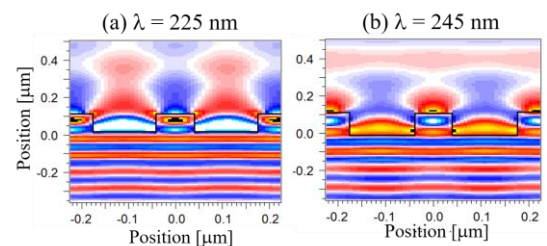


Fig. 3 Electric field distribution of (a) at  $\lambda = 225$  nm, (b) at  $\lambda = 245$  nm