

230 nm 遠紫外第二高調波発生に向けた 横型擬位相整合 2 層極性反転 AIN 導波路の作製

Fabrication of Transverse Quasi-Phase-Matched Double-Layer Polarity Inverted AIN Waveguide for 230-nm Far-UV Second Harmonic Generation

阪大院工¹, 阪大電顕センター², 三重大院工³, 三重大院地域イノベ⁴

○梅田 颯志¹, 本田 啓人¹, 南部 誠明¹, 市川 修平^{1,2}, 藤原 康文¹, 正直 花奈子^{1,3},
三宅 秀人^{3,4}, 上向井 正裕¹, 谷川 智之¹, 片山 竜二¹

Osaka Univ.¹, Research Center for UHVEM, Osaka Univ.², Mie Univ.³

Regional Innovation Studies, Mie Univ.⁴ ○S. Umeda¹, H. Hiroto¹, T. Nambu¹, S. Ichikawa^{1,2},

Y. Fujiwara¹, K. Shojiki^{1,3}, H. Miyake^{3,4}, M. Uemukai¹, T. Tanikawa¹, R. Katayama¹

E-mail: umeda.s@goe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

新型コロナウイルス (COVID-19) の流行に伴い、深紫外光を用いたウイルス不活性化・殺菌に注目が集まっている。中でも波長 230 nm 近傍の遠紫外光は皮膚最表面の角質層で吸収されるため人体に無害である[1]。AIN は波長 210 nm まで透明で高い光学非線形性を有することから、我々は 2 層極性反転積層 AIN 構造を用いた 230 nm 帯第二高調波発生 (SHG) デバイスの設計を行った[2]。本発表ではスパッタアニール法により成膜した 2 層極性反転 AIN 薄膜[3]を用いた波長 230 nm 遠紫外光発生横型 QPM SHG デバイスの作製プロセスについて報告する。

横型 QPM 2 層極性反転 AIN 導波路の概略図を Fig. 1 に示す。用いる 2 層極性反転 AIN 薄膜 ($-c$ -AIN 膜厚 420 nm/ $+c$ -AIN 膜厚 200 nm) をエッチングするとすれば、上部 AIN 膜厚を 151 nm にすればよいことがわかった。このとき基本波 TM_{00} モードと SH 波 TM_{04} モードがモード分散位相整合し、非線形結合係数は $2.5 \text{ W}^{1/2}\text{cm}^{-1}$ (単層: $0.2 \text{ W}^{1/2}\text{cm}^{-1}$) と見積もられた。

SHG デバイス作製プロセスを Fig. 2 に示す。まず、スパッタアニール法により成長した極性反転 AIN 薄膜を設計膜厚までエッチングを行う。化学的に不安定な $-c$ -AIN 表面の保護を目的として、プラズマ CVD により SiO_2 を堆積する。EB 描画でネガレジストのパターニングを行い、 CF_4/H_2 ガスを用いた容量結合型 RIE で SiO_2 ストライプマスクを形成した。その後、 Cl_2 ガスを用いた誘導結合型 RIE により 2 層極性反転 AIN チャンネル導波路を形成する。最後に、 SiO_2 クラッド層堆積と端面形成を行う。予備実験として SiO_2 マスクを用いて極性反転 AIN チャンネル導波路を作製した (Fig. 2 (b), (c)) ところ、Ni マスクに比べて側壁荒れの大幅な改善が見られた (Fig. 3)。当日は膜厚調整を行った SHG デバイスの光学特性評価について報告する。

謝辞: 本研究は科研費 JP16H06415, JP17H01063, JP17H05335, JP19H02631 の支援を受けたものです。またデバイス作製に関して、大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センターの協力を得ました。

[1] T. Fukui *et al.*, PLoS ONE 15, e0235948 (2020).

[2] 本田他, 応物春季講演会, 16p-Z27-11 (2021).

[3] 林他, 応物秋季講演会, 8a-Z02-9 (2020).

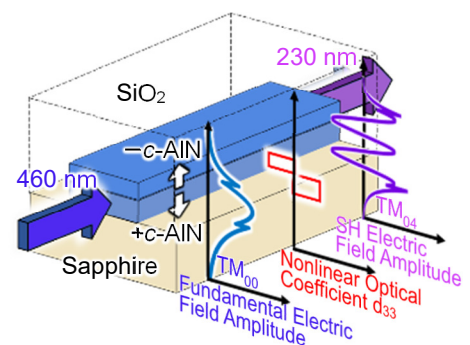


Fig. 1 Schematic of double-layer transverse QPM waveguide

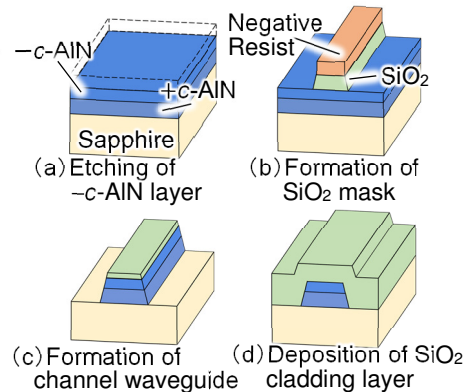


Fig. 2 Fabrication process.

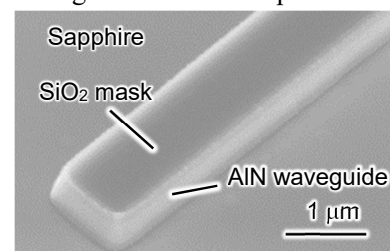


Fig. 3 Perspective view of AIN T-QPM Waveguide.