

230 nm 深紫外光発生に向けた 2 層極性反転 AlN 導波路の設計と作製 Design and Fabrication of Transverse Quasi-Phase-Matched Polarity Inverted Double-Layer AlN Waveguide for 230-nm DUV 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 °本田 啓人¹, 永田 拓実¹, 市川 修平^{1,2}, 藤原 康文¹, 正直 花奈子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 °H. Honda¹, T. Nagata¹, S. Ichikawa^{1,2}, Y. Fujiwara¹, K. Shojiki³, H. Miyake³, M. Uemukai¹, T. Tanikawa¹, R. Katayama¹
E-mail: honda.h@qoe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

新型コロナウイルスの流行にともない、深紫外光を用いた非接触な消毒・殺菌に注目が集まっている。中でも波長 230 nm 近傍の紫外光は皮膚最表面の角質層で吸収されるため、人体に対し無害である。深紫外光源としてエキシマランプや AlGaIn 系 LED が実用化されているが、前者は効率が低く寿命が短い、後者は p 型の低い活性化に起因して 230 nm までの短波長化が難しい、といった問題がある。我々は強い光学非線形性を有する AlN を用い、表面活性化接合技術により横型擬似位相整合 (QPM) 2 層極性反転導波路を作製し、青色の第二高調波発生 (SHG) を実証した[1]。本発表では波長 230 nm の横型 QPM SHG デバイスを設計するとともに、スパッタ法を用いた極性制御技術[2]により 2 層極性反転 AlN 薄膜を作製し、チャンネル導波路構造を形成した。

AlN 横型 QPM 2 層極性反転導波路 SHG デバイスの概略図を Fig. 1 に示す。この構造は基本波と SH 波をモード分散位相整合させ、SH 波の横モードの節の一つで AlN の極性を反転させることで非線形結合係数 κ および波長変換効率 η_{SH} を向上させる。チャンネル導波路幅を 1.2 μm とすると、基本波 TM_{00} モード (波長 460 nm) と SH 波 TM_{02} , TM_{03} , TM_{04} モード (波長 230 nm) がそれぞれ導波路高さ 175 nm, 275 nm, 351 nm のときにモード分散位相整合する。 κ が最大となる位置 (Table. 1) で AlN 極性を反転すると、 κ はそれぞれ 4.3, 4.4, 3.0 $\text{W}^{-1/2}\text{cm}^{-1}$ と計算された。励起光パワー 100 mW、導波路長 3.0 mm のとき、 η_{SH} はそれぞれ 15.0%, 15.6%, 7.6% と見積もられた。

AlN ターゲットを用いたスパッタと高温アニールにより +c 極性 AlN 薄膜をサファイア基板上に成長させたのち、Al ターゲットを用いた反応性スパッタと高温アニールにより -c 極性 AlN 薄膜を成長させた。蒸着・リフトオフにより Ni ストライプマスクを形成後、ICP-RIE によりチャンネル導波路構造を形成した。プラズマ CVD で SiO_2 クラッド層を堆積したのち、ダイシングと研磨により入出力端面を形成した。当日は作製した AlN SHG デバイスについて詳細に報告する。

謝辞：本研究は科研費 JP16H06415, JP17H01063, JP17H05335, JP19H02631 の助成を受けたものです。

[1] A. Yamauchi *et al.*, LEDIA 2019, 8-3 (2019). [2] 林他, 応物秋季講演会, 8a-Z02-9 (2020).

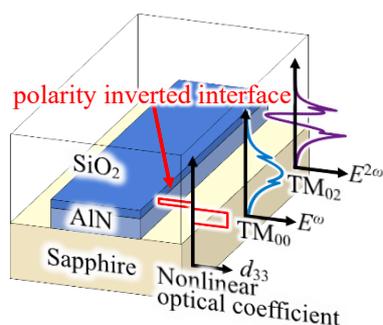


Fig. 1 Schematic of T-QPM Double-Layer Waveguide

Table. 1 Nonlinear coupling coefficients for different SH wave transverse mode.

SH wave transverse mode	TM_{02}	TM_{03}	TM_{04}
SH wave mode profile			
AlN Thickness (nm)	175	265	351
Nonlinear coupling coefficient κ ($\text{W}^{-1/2}\text{cm}^{-1}$)	4.3	4.4	3.0