

AlN 導波路第二高調波発生デバイスのための集光グレーティング結合器

Focusing Grating Coupler for AlN Waveguide Second-Harmonic Generation Device

阪大院工¹, 三重大地域創生戦略企画室², 三重大院工³, 三重大院地域イノベ⁴

○森岡 佳紀¹, 上向井 正裕¹, 上杉 謙次郎², 正直 花奈子³, 三宅 秀人^{3,4},

森川 隆哉¹, 藤原 康文¹, 谷川 智之¹, 片山 竜二¹

Osaka Univ.¹, Mie Univ.², ○Y. Morioka¹, M. Uemukai¹, K. Uesugi², K. Shojiki², H. Miyake²,

T. Morikawa¹, Y. Fujiwara¹, T. Tanikawa¹, and R. Katayama¹

E-mail: morioka.y@qoe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

AlN は強い光学非線形性と深紫外光に対する透明性を有し、深紫外波長域の第二高調波発生 (SHG) デバイスへ応用可能である。これまでに我々は AlN の極性を反転し積層させた横型擬似位相整合チャネル導波路 SHG デバイスを作製し、青色領域における SHG を実証した[1]。しかし、チャネル導波路の断面は $1.0 \times 0.3 \mu\text{m}^2$ 程度と微小であり、端面結合によるレーザ光入射は非常に困難である。導波路型グレーティング結合器 (GC) を用いれば、入力結合効率は低下するものの、その開口の大きさ (約 0.2 mm 角) から導波路端面結合に比べ入射ビームの位置合わせが格段に容易となる。本研究では、実用的な深紫外 SHG デバイス実現の前段階として、AlN 単層チャネル導波路にレーザ光を結合させる集光 GC とテーパ型導波路の設計と作製を行った。

入力 GC とテーパ型導波路およびチャネル導波路 SHG デバイスを集積した構成を Fig. 1 に示す。GC に照射された波長 532 nm の入射波は収束円筒波に波面変換され、テーパ型導波路を伝搬しながらチャネル導波路の入射端に集光される。GC の開口を $0.20 \times 0.20 \text{ mm}^2$ とし、集光された導波光のビームウエストがチャネル導波路における基本導波モード電界振幅の $1/e$ 全幅に一致するよう、テーパ型導波路長を 0.31 mm とした。相反定理より、入射光のガウス振幅分布と出力 GC における導波モード減衰振幅分布の GC 開口内重なり積分 I を考えると、入力結合効率 η_{in} は出力結合効率 η_{out} と I の積となる (Fig. 2)。厚さ $0.3 \mu\text{m}$ の AlN プレーナ導波路において、GC 溝深さ 96 nm のとき η_{in} は最大 28% となった。この値は、導波路端面結合における η_{in} の最大値 72% と比べ低いものの、 η_{in} が 20% まで低下する程度の位置ずれを許容としたとき、GC の導入により位置ずれ許容幅は $0.5 \mu\text{m}$ から $150 \mu\text{m}$ まで大きく改善することがわかった。

サファイア基板上にスパッタ法とアニールで成長した AlN 薄膜を用いてデバイスの作製を行った。AlN 薄膜上に SiO_2 薄膜を堆積した後、電子ビーム描画により集光 GC パターンを描画した。これを CF_4/H_2 ガスを用いた RIE により SiO_2 層に転写し、さらに Cl_2 ガスを用いた ICP-RIE で AlN に GC を形成した。その後 Ni マスクを用いた 2 度目の ICP-RIE により AlN をサファイア基板までエッチングし、テーパ型導波路とチャネル導波路を形成した (Fig. 3)。次に SiO_2 クラッド層を堆積し、ダイシングと研磨によりチャネル導波路の出力端面を形成した。当日は、作製したデバイスの入力結合特性について報告する。

本研究は科研費 JP16H06415, JP16H06416, JP17H01063, JP17H05335, JP19H02631, JP19H04543 の助成および大阪大学フォトリソセンターの協力を受けた。

[1] S. Yamaguchi *et al.*, ICNS-13, D01.06, (2019).

[2] T. Suhara and H. Nishihara, IEEE J. QE 22, 845 (1986)

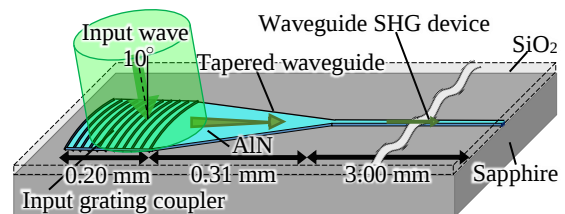


Fig. 1 AlN waveguide SHG device with focusing GC and tapered waveguide.

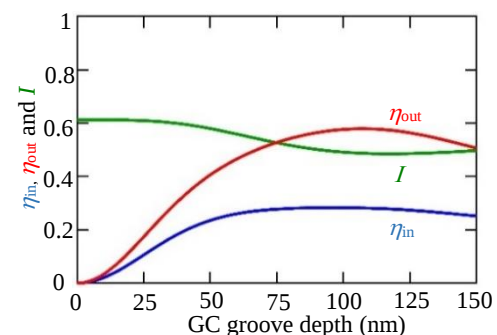


Fig. 2 Dependences of input coupling efficiency η_{in} , output coupling efficiency η_{out} and overlap integral I on GC groove depth.

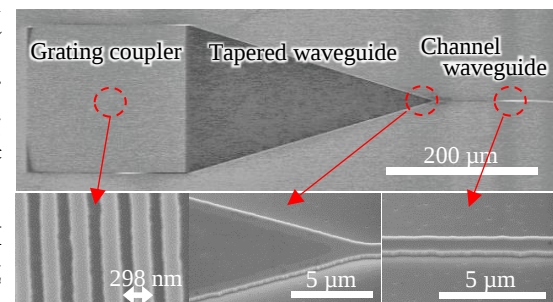


Fig. 3 SEM images of fabricated AlN focusing GC, tapered and channel waveguides.