

高出力第二高調波発生に向けた MgO:SLT 擬似位相整合アニールプロトン交換導波路 MgO:SLT Quasi-Phase-Matched Annealed Proton-Exchanged Waveguides for High Power Second Harmonic Generation

阪大院工 ○野呂 諒介, 上向井 正裕, 谷川 智之, 片山 竜二

Osaka Univ. ○R. Noro, M. Uemukai, T. Tanikawa, and R. Katayama

E-mail: noro.r@qoe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

従来の強誘電体導波路型波長変換デバイスは、導波モードサイズを $1\ \mu\text{m}^2$ 程度まで縮小し、弱励起においてもパワー密度を高めることで高効率化を図ってきた。しかし近年、比較的高パワー領域での需要が高まり、レーザ直接描画装置への応用には $1\ \text{W}$ クラスの紫外レーザが必要とされ、Yb:YAG レーザなどの第三高調波(波長 $350\ \text{nm}$ 帯)が候補となる。吸収端波長が $270\ \text{nm}$ で高い光損傷耐性 ($2\ \text{MW}/\text{cm}^2$) を有し、緑色誘起赤外吸収 (GRIIRA) が少ない MgO 添加定比組成 $\text{LiTaO}_3(\text{MgO:SLT})$ [1] が上記応用に適する。効率は低下するものの、導波モードサイズを拡大することで強励起による高出力化が期待できる。第二高調波発生 (SHG) と和周波発生 (SFG) からなる高出力紫外光発生デバイスの実現に向け、本研究では導波モードサイズの大きなアニールプロトン交換 (APE) 導波路型擬似位相整合 (QPM) SHG デバイスを作製した。

導波路型 QPM-SHG デバイスを Fig. 1 に示す。導波モード形状を $40 \times 30\ \mu\text{m}^2$ 程度にすれば、 $10\ \text{W}$ の強励起ができ、数 W の SHG が期待できる。まずは APE 導波路 QPM-SHG デバイスを作製した。 $1.0\ \text{mol}\%$ MgO:SLT (厚さ $0.5\ \text{mm}$ 、長さ $15\ \text{mm}$ 、Z-cut) の $-Z$ 面にリーク電流防止のための SiO_2 絶縁層を $1\ \mu\text{m}$ スパッタ成膜した。 $+Z$ 面に形成したフォトレジストグレーティング (周期約 $7.2\ \mu\text{m}$) 上に Au を堆積し波板電極とし、 $-Z$ 面には Au 一様電極を形成した。電圧 $357\ \text{V}$ 、周期 $0.15\ \text{ms}$ 、パルス幅 $0.05\ \text{ms}$ の電圧を印加し、周期分極反転 (PP) 構造を作製した。作製した PP 構造上に開口幅 $1 \sim 30\ \mu\text{m}$ の Ta 薄膜マスクを形成し、 230°C のピロリン酸で $4, 8\ \text{h}$ プロトン交換 (PE) した。導波路断面積拡大のために酸素雰囲気中で 400°C 、 $25, 50, 75\ \text{h}$ アニールした。端面研磨後、波長 $1030\ \text{nm}$ の励起光を導波路に結合させた。マスク開口幅 $20\ \mu\text{m}$ 、PE $4\ \text{h}$ 、アニール $75\ \text{h}$ の導波路の出射光近視野像を Fig. 2 に示す。モードサイズは幅方向 $43\ \mu\text{m}$ 、深さ方向 $28\ \mu\text{m}$ と測定され、 $10\ \text{W}$ クラスのレーザ光を入射可能な導波路を作製できた。

次に SHG の光学実験を行った。位相整合させるためにデバイス温度を $35.0 \sim 55.0^\circ\text{C}$ で調節した。波長 $1030\ \text{nm}$ から $515\ \text{nm}$ の SHG に成功し、デバイス温度が 46.0°C のとき変換効率が最大となった。このときの SH パワーと変換効率の励起光パワー依存性を Fig. 3 に示す。規格化変換効率は理論値 $5.1\%/W$ に対し、 $4.3\%/W$ であり、理論値に十分近い規格化変換効率が得られた。

本研究は科研費基盤研究 A (JP17H01063) の助成を受けた。

[1] Y. Furukawa *et al.*, J. Cryst. Growth **197**, 889 (1999).

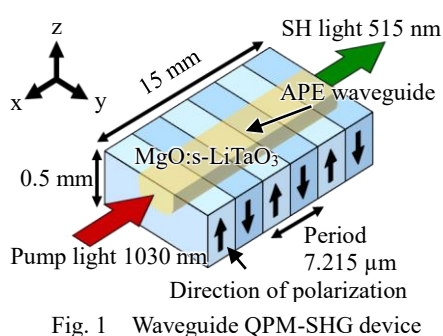


Fig. 1 Waveguide QPM-SHG device

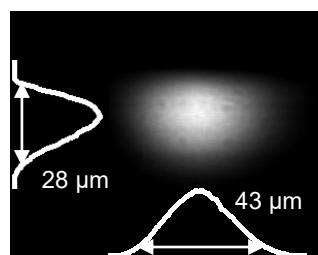


Fig. 2 Near-field pattern of pump guided mode

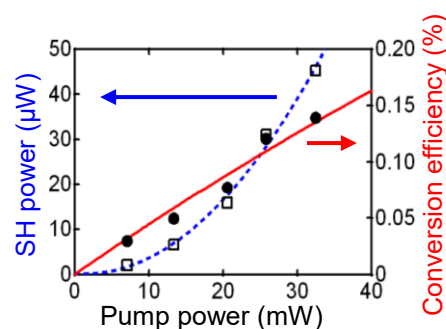


Fig. 3 Dependence of SH power and conversion efficiency on pump power