

フェムト秒レーザー直描導波路型 PP-Mg:SLT 波長変換素子開発 II

Development of femtosecond-laser-written waveguide in periodically poled MgO-doped stoichiometric LiTaO₃ frequency conversion device II

株式会社オキサイド¹ °渡邊 俊介¹, 廣橋 淳二¹, 今井 浩一¹, 星 正幸¹, 牧尾 諭¹

OXIDE Corp.¹, °Shunsuke Watanabe¹, Junji Hirohashi¹, Koichi Imai¹, Masayuki Hoshi¹, Satoshi Makio¹

E-mail: shunsuke.watanabe@opt-oxide.com

光導波路は、光を狭い領域に閉じ込め、高パワー密度かつ長距離伝搬を可能にする。ゆえに、波長変換高効率化に応用されてきた。今まで、プロトン交換型やリッジ型導波路などが波長変換に用いられてきたが、近年フェムト秒レーザー直描による新たな導波路作製技術が注目されている。本技術は、透明な物質内部への局所的構造改変(屈折率変化)により3次元加工を可能とするもので、従来技術と比較し、柔軟な導波路形状/光損傷耐性の保持/短プロセス時間など、多くの利点が存在する[1]。従来、導波路化の目的は、低パワー領域での高効率化が主流であったが、近年は高パワー領域での導波路要求が出てきている。例えば、Wクラスでの広帯域・高平均パワーの光コム用超短パルスレーザーの波長変換や連続波波長変換などがある。この要求を達成するため、高い光損傷閾値と非線形光学定数を持つ定比組成 MgO-doped LiTaO₃ [2]を用いた周期的分極反転波長変換素子(PP-Mg:SLT)に着目した。ゆえに、高出力/高効率波長変換をターゲットに、フェムト秒レーザー直描導波路型 PPMgSLT 波長変換素子を開発している。前回、導波路中での低出力 532nm CW SHG 実証について報告したが[3]、今回は高出力 532nm CW 波長変換評価を実施した。

導波路作製にはレーザー微細加工装置(LS5, LASEA S.A.)を用いた。加工時は、フェムト秒レーザーを(中心波長 1030nm/パルス幅~300fs/パルスエネルギー420nJ、対物レンズ(倍率 20x/NA 0.4)を用いて素子内部に集光する。レーザー照射中に3軸電動ステージ(分解能 1nm)を用いて素子

を動かすことで3次元導波路構造を作製する。素子は、端面に 1064nm/532nm AR コートを施した長さ 20mm/厚み 0.5mm/反転周期 7.98 μ m の PP-Mg:SLT を用いた。Figure 1(a)に示す通り、リング状のクラッド領域を結晶 x 軸方向に沿って、直径 30 μ m 円形コアの導波路を加工した。マルチモード導波路のため、集光条件を調整し、TEM00 モードへカップリングしている。高出力 SHG 評価は、波長 1064nm/線幅~30 μ m/縦モードマルチの CW ファイバーレーザーを基本波光源として使用し実施した。

結果として、TEM00 モードにて、4W 以上の SHG 出力が得られた(Fig.1(b))。変換効率としては 4.8W 入力の時、2W SHG 出力/SHG 外部変換効率 43%を得たが、それ以上の出力では変換効率の飽和が確認された(Fig.1(c))。今後は、コア径・クラッド幅などの導波路作製条件およびデバイス長・厚さ調整による変換効率最適化を進めると共に、長時間の出力安定性評価を実施予定である。

【謝辞】

有益なご助力を頂いた Dr. Mark Triplett 氏に感謝します。本研究の一部は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の研究事業の支援を受けて行われたものである。

【参考文献】

- [1] F. Chen *et al.*, Laser Photonics Rev. 8, 251 (2014)
- [2] S.V. Tovstonog *et al.*, Opt. Expr. 16, 11294 (2008)
- [3] 渡邊 他, 第 79 回応用物理学会春季学術講演会 (2019) 10p-W834-18

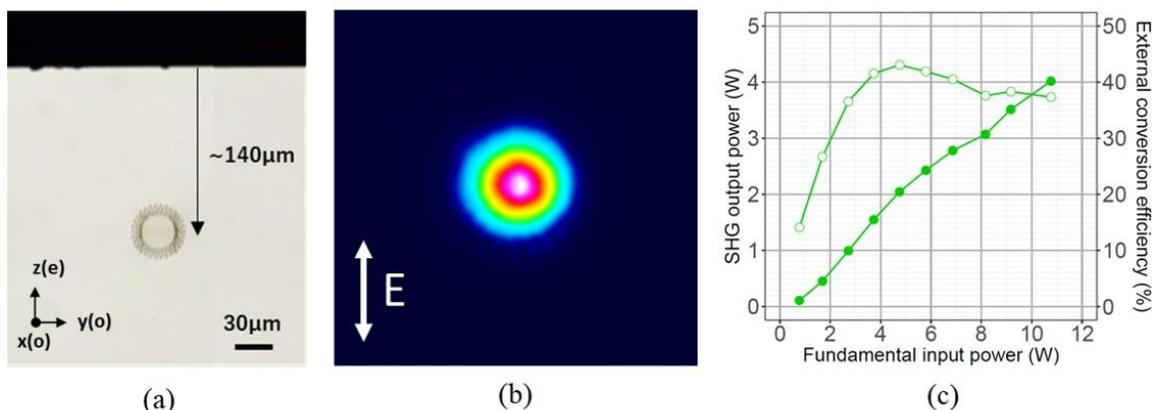


Fig. 1 (a) Microscope image of cross section of waveguide fabricated in PPMgSLT, (b) SH mode profile at 4W, (c) SHG output power and the external conversion efficiency.