

フェムト秒レーザー直描導波路型 PPMgSLT 波長変換素子開発

Development of femtosecond-laser-written waveguide inside periodically poled MgSLT for frequency conversion

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て高パワー密度かつ長距離伝搬を可能にするため、波長変換高効率化に応用されてきた。これまで、プロトン交換型やリッジ型など様々なタイプの導波路が波長変換に適応されてきたが、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次元的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]。また、光導波路化の目的は、従来は低入力パワー領域での高効率化が主流であったが、近年は比較的高パワー領域での導波路要求が出てきている。例えば、Wクラスでの連続波波長変換や広帯域かつ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 (MgSLT) [2]を用いた周期的分極反転 MgSLT (PPMgSLT)波長変換素子に着目した。ゆえに今回、高パワー/高効率波長変換をターゲットとした、フェムト秒レーザー直描導波路型 PPMgSLT 波長変換素子の開発および特性評価を実施した。

導波路作製にはレーザー微細加工装置(LS5, LASEA S.A.)を使用した。加工条件としては、フェムト秒レーザー(中心波長 1030nm/パルス幅 ~300 fs)をパルスエネルギー420nJ 条件にて、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)を用いて素子位置を動かすことで微細な 3次元導波路構造を作製する。波長変換素子は両端 x 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 PPMgSLT 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 軸方向に沿って加工し、直径 30 μ m 円形コアの導波路を作製した。導波/SHG 特性評価には波長 1064nm/出力~10mW の CW DBR レーザーを使用した。結晶 z 軸方向に直線偏光状態で非球面レンズを用いて導波路に入射し、基本波導波/SHG 特性を測定した。

結果として、基本波挿入ロス 0.6 dB、つまり 0.3 dB/cm 以下の低伝搬ロス、かつ Fig.1(b)に示す通り良好な伝搬モードでの導波を確認した。導波路としてはマルチモード導波路だが、集光条件を調整し、概ね最低次 LP01 モードへカップリングしている。また、SHG も良好な伝搬モードを示し(Fig.1(c))、外部 SHG 規格化変換効率 14.3 %/W 3.6 %/W/cm²を得た(Fig.1(d))。今後は、Wクラスのハイパワー領域における波長変換特性を評価予定である。

【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)

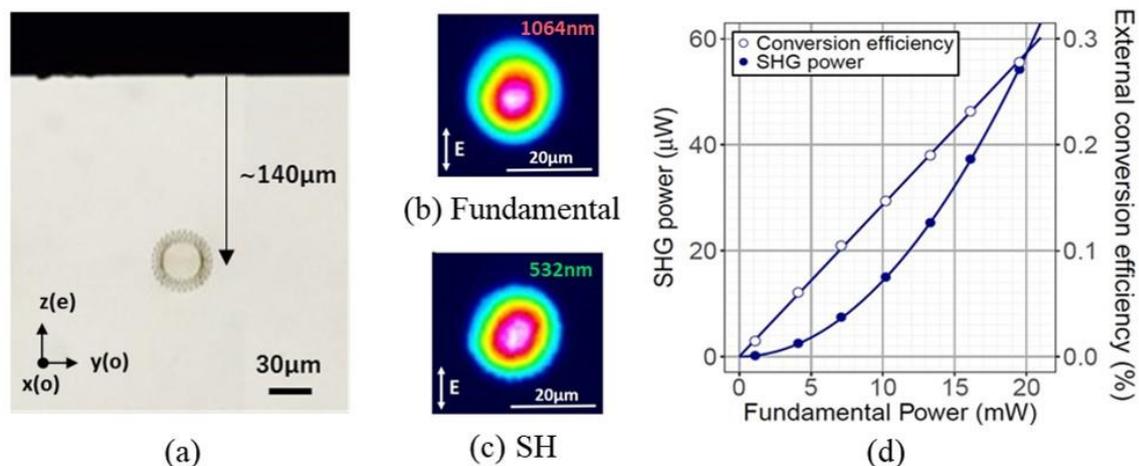


Fig. 1. (a) Microscope image of cross section of waveguide fabricated in PPMgSLT, (b) and (c) Near field mode profiles of fundamental and SH, respectively, (d) SHG output power and the external conversion efficiency.