

MgO(8mol%)添加 c-LiTaO₃ 短周期分極反転構造作製と一様性改善
Fabrication of short period domain inverted structures in 8mol%MgO:c-LiTaO₃

阪大院工 ○岡 寿治, 栖原 敏明

Osaka Univ., ^oToshiharu Oka and Toshiaki Suhara

E-mail: toka@ioe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

強誘電体 LiTaO_3 は透過域が広く光損傷耐性が高いため短波長非線形光学デバイスに適し、可視/紫外光の高出力発生が期待される。 MgO 添加一致溶融組成 $\text{LiTaO}_3(\text{MgO}:\text{c-LT})$ はより優れた透過波長域と光損傷耐性を持つと期待される。近年開発された 8% $\text{MgO}:\text{c-LT}$ においては周期 $20\mu\text{m}$ 以上の分極反転構造作製の報告[1,2]があるが、周期 $10\mu\text{m}$ 以下の作製技術は確立していない。本研究では、8% $\text{MgO}:\text{c-LT}$ において Nd:YAG レーザ光(波長 $1.064\mu\text{m}$)SHG 用の周期 $7.6\mu\text{m}$ 分極反転構造を電圧印加により作製し、一様性を改善した。

0.5mm¹ Z-cut 結晶の+Z 面上に形成したフォトレジストグレーティング (周期 7.6μm, 開口幅 2.0μm) 上に Al を堆積し波板状電極を形成した。-Z 面上には一様 Au 電極を装荷した。Fig.1 のセットアップで電極間に電圧を印加し、反転抗電界 ($E_C=1.4\text{kV/mm}$ [3]) 以上の電界強度とすることで一様な周期分極反転構造を作製できる。結晶に与えた電荷量が反転電荷量に達したときに印加パルスが立ち下がるようフィードバック制御した。3×3mm² の領域において無添加 c-LT の自発分極密度 P_S (60μC/cm²[4]) と反転面積 $S(4.5\text{mm}^2)$ から反転電荷量を $Q=2P_S S=5.4\mu\text{C}$ と見積もった。結晶を 120℃ に加熱して 3×3mm² の各領域に 0.7kV ($E_C \times 0.5\text{mm}$) ~ 3kV の様々な電圧を印加して 5.4μC の電荷を与えたが、どの領域内にも外周部に周期分極反転構造を有する島状の反転構造が散在しており、一様な周期分極反転構造は得られなかった。

そこで、一様性改善のためアニーリングの効果を調べた。結晶に酸素雰囲気中 550℃ で 8 時間のアニールを行い、その後レジストグレーティングを形成して周期分極反転構造の作製を試みた。アニールを行った結晶では島状の反転部分が少なくなり周期分極反転構造の面積が拡大した。結晶を 120℃ に加熱して 3×3mm² の領域に 1.3kV の電圧を印加して 5.4μC の電荷を与えたところ、領域内の 90%程に周期分極反転構造が得られた。+Z 面での反転部と非反転部の duty 比は 50%に近いものであった(Fig.2)。断面構造観察では、反転部が-Z 面まで完全に貫通していない部分も見られたが、-Z 面近傍を除くほぼ全域で一様性が良かった(Fig.3)。また、結晶を 120℃ に加熱して 3×6mm² の領域に 1.5kV の電圧を印加して 14μC(2P_S×1.3)の電荷を与えることにより、ほぼ一様な周期分極反転構造を作製できた。

作製した相互作用長 6mm の周期分極反転結晶に、Nd:YAG レーザ光(波長 1.064 μ m)を焦点距離 20mm のレンズで集光したビームを入射して QPM-SHG 実験を行った。SH 光パワーの温度依存性を Fig.4 に示す。約 205°C で SH 光パワーが最大となり、半値幅は理論予測値 3.6°C に近い値 4.3°C であった。Fig.5 に変換効率の励起光パワー依存性を示す。規格化効率 0.30%/W が得られた。この値は d_{33} =13.8pm/V(無添加 c-LT の値[5])を用いて理論計算[6]した値 0.29%/W とよく一致した。これにより、良好な品質の周期分極反転構造が得られたことを確認できた。

結晶をご提供いただき討論いただいた(株)山寿セラミックス諸氏、討論いただいた井上敏之氏に感謝する。

[1]H.Ishizuki et al.,Opt.Exp.,**18**,253,2010. [2]井上,栖原,レーザー学会講演

会, F330pV02, 2013. [3] H. Ishizuki et al., JSAP-OSA Symp., 18aD55, 2013. [4] K. Kitamura et al., Appl. Phys. Lett., **73**, 3073, 1998. [5] I. Shoji et al., J. Opt. Soc. Am., **B14**, 2268, 1997. [6] G. D. Boyd et al., J. Appl. Phys., **39**, 3597, 1968.

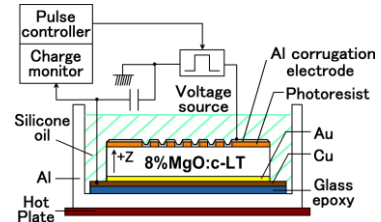


Fig.1 Setup for voltage application

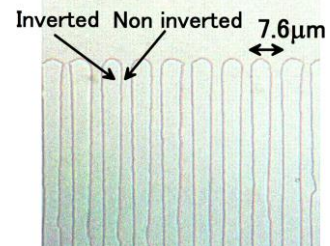


Fig.2 Domain inverted grating
on +z face

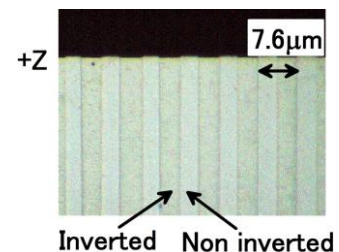


Fig.3 Domain inverted grating
on cross section

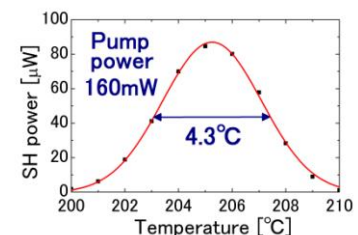


Fig.4 Dependence of SH power on temperature

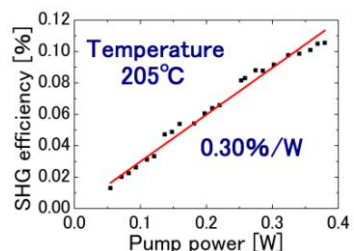


Fig.5 Dependence of SHG efficiency on pump power