

ホウ酸系光学材料 SrB_4O_7 の結晶育成及び紫外レーザー損傷耐性評価

Crystal growth and UV laser-induced damage resistance of a strontium tetraborate SrB_4O_7

阪大院工¹, 阪大レーザー研², 創晶超光³

○四方 啓太¹, 高橋 義典², 安達 宏昭^{1,3}, 森 勇介^{1,3}, 吉村 政志^{2,3}

Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹, ILE, Osaka Univ.², SOSHO CHOKO Inc.³

°Keita Shikata¹, Yoshinori Takahashi², Hiroaki Adachi^{1,3}, Yusuke Mori^{1,3}, and Masashi Yoshimura^{2,3}

E-mail: shikata@cryst.eei.eng.osaka-u.ac.jp

近年、レーザー加工分野では光源の紫外領域への短波長化、高出力化が進んでおり、窓材やレンズ材等の硝材の高レーザー損傷耐性化が求められている。ホウ酸系化合物の1つである SrB_4O_7 (SBO) 結晶は非線形光学材料として検討されてきたが¹⁾、複屈折が小さく位相整合が制限されるため波長変換素子として実用化には至っていない。我々は、SBO 結晶の有する波長 130nm という短い紫外光吸収端波長に着眼し、硝材応用を目的として結晶育成と評価に取り組んだ。SBO 結晶は主にチョクラルスキー法 (CZ 法) による育成が報告されてきたが²⁾、本研究ではセルフフラックスによる TSSG 法を結晶育成に用いた。

SrCO_3 、 B_2O_3 粉末を化学量論比組成に対し B 成分を多くしたセルフフラックス組成 (モル比 $\text{Sr}:\text{B}=17:70$) で秤量し、白金坩堝内で焼成した後、TSSG 法で結晶育成を行った。約 997℃の温度環境で片側の成長速度 11.4mm/day の育成を行った結果、Fig.1 左の写真に示すような 41×10×11mm の単結晶が得られた。インクルージョンの取り込みにより大部分が白濁していたため、結晶欠陥の低減に向けて低速成長を試みた。片側の平均成長速度 6.2mm/day で結晶成長した SBO 結晶 (Fig.1 中央) は透明領域が半分程度まで拡大し、片側の成長速度 2.0mm/day で成長した SBO 結晶 (Fig.1 右) では種子結晶からの成長領域 (中央から左側の領域) の大部分が透明であった。このことから、結晶全体を成長速度 2.0mm/day 程度に制御することで、透明で高品質な SBO 単結晶が得られるとの知見が得られた。

次に、別の条件で得られた SBO 結晶の透明領域から 3×3×7mm の光学素子を作製し、波長 266nm 紫外光パルスに対するレーザー損傷耐性を評価した。サンプル中央部に紫外光を集光照射し、サンプルとアパーチャーを透過した後の強度変化を測定する評価法を用いた³⁾。なお、文献 3 とは異なる基本波光源 (Spectra-Physics 社製 HIPPO H10-106QW) を用いたため、評価素子内部の集光条件は大きく異なっている。Fig.2 に示す通り、合成石英は集光部のピークパワー密度が 171MW/cm²の条件において 10 分程度で劣化することが確認された。一方、SBO 結晶は集光部のピークパワー密度が 205MW/cm²の条件において、少なくとも 4 時間の連続照射に対して劣化が確認されなかった。本結果より、SBO 結晶は紫外光に対して優れたレーザー損傷耐性を有していることが明らかになり、高出力光源に用いる硝材応用の可能性が示された。

- 1) F. Pang et al., J. Cryst. Growth. **241** (2002) 108.
- 2) Yu.S. Oseledchik et al., Opt. Mater. **4** (1995) 669.
- 3) K. Takachiho et al., Opt. Mater. Express **4** (2014) 559.

Picture of crystal	
Growth rate (mm/day)	11.4 6.2 2.0

Fig.1 SBO crystals grown in B-rich self-flux solution.

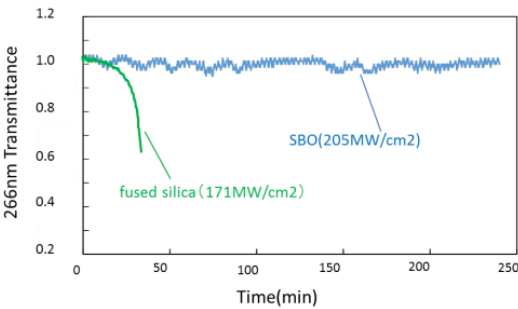


Fig.2 UV laser-induced damage resistance of SBO crystal and fused silica.