

フツホウ酸ガラス表面への単結晶パターンニングと 屈曲・交差したライン状単結晶の成長挙動

Single Crystal Line Patterning on Fluoroborate Glass and Crystal Growth of Bended and Curved Single Crystal Line

○篠崎 健二、阿部 翔太、本間 剛、小松 高行(長岡技科大)

°Kenji Shinozaki, Shouta Abe, Tsuyoshi Honma, Takayuki Komatsu (Nagaoka Univ. Tech.)

E-mail: kshinozaki@mst.nagaokaut.ac.jp

[緒言]

酸フッ化物ガラスや結晶化ガラスは、優れた発光特性と、フッ化物に比べ高い熱的安定性や耐水性、機械的耐久性を持つことから、フツリン酸ガラスや CaF_2 などのフッ化物ナノ結晶などを析出させた透明ナノ結晶化ガラスが提案されている。近年、我々は $\text{BaF}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ [1] や $\text{MgF}_2\text{-BaO-B}_2\text{O}_3$ [2] からなるフツホウ酸ガラスにおいて広いガラス化範囲を持ちアニオン中の 50% を超える F イオンを含有したガラスが形成可能であることや、フツホウ酸ガラスのいくつかは Eu^{3+} イオンの添加により 97% を超える高効率の蛍光を示すことを明らかにした。また、 $50\text{BaF}_2\text{-}25\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスにレーザー誘起結晶化法を適用することで、 $\text{BaAlBO}_3\text{F}_2$ 結晶を単結晶としてライン状に結晶成長を誘起することに成功し、光非線形性と蛍光特性を併せ持つ材料として期待される。このようなラインを導波路デバイスとして利用するには、位相整合などの観点から、導波光に対する結晶方位を制御する必要があるが、直線ラインでは成長優位方向にしか結晶成長しない。そこで、屈曲や交差させることで単結晶ラインの成長方位制御を試みた。

[実験]

3mol% の NiO を添加した $50\text{BaF}_2\text{-}25\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスを熔融急冷法により作製した。原料を秤量・混合した後に蓋付きの白金坩堝を用いて 1250°C で 15min 熔融後、プレス急冷によりガラスを得た。除歪後、ガラス試料を鏡面研磨した。NiO を添加したガラス表面に Yb:YVO_4 ファイバーレーザー($\lambda=1080\text{ nm}$)を照射することで空間選択的に局所加熱を行い、ステージを動かすことで結晶ラインを形成させた。結晶ラインについては、複屈折イメージングシステム及び、FIB にて加工した結晶ラインの TEM 観察にて配向調査を行った。

[結果と考察]

3NiO 添加 $50\text{BaF}_2\text{-}25\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスに Yb:YVO_4 のレーザー照射を行うことで (レーザー強度 $P=1.1\text{ W}$, 走査速度 $s=8\mu\text{m/s}$)、ガラス表面に均質なレタデーションを持つ結晶ラインを形成することに成功した。この結晶ラインは幅、深さともに $\sim 2\mu\text{m}$ の釣鐘状の $\text{BaAlBO}_3\text{F}_2$ 単結晶で、レーザー走査方向に c 軸配向することを TEM 観察により明らかにした。はじめに直線状に $\text{BaAlBO}_3\text{F}_2$ 単結晶ラインをパターンニングした後 (first line)、直交する方向からレーザーを走査することで、Fig. 1 に示すような直交部をもつ結晶ライン形成に成功した。Fig. 1 の複屈折イメージでは遅軸相方向が色相で、レタデーション強度が明るさで表現されている。交差前の second line は小さいレーザー強度にした (1.05 W) ため、交差前は結晶化していない。一方、交差後には結晶化が開始し、その配向方向は、first line の配向方向に従っている。すなわち first line を起点として結晶成長 (ホモエピタキシャル成長) しており、結晶成長優位な c 軸に直交する方位に配向した単結晶の形成に成功した。また、Fig. 2 のように屈曲させた時も、屈曲させる前の配向方向に従って結晶成長が誘起されることを明らかにした。このように屈曲や交差を利用することで光導波方向に対する結晶方位制御の可能性を提示した。

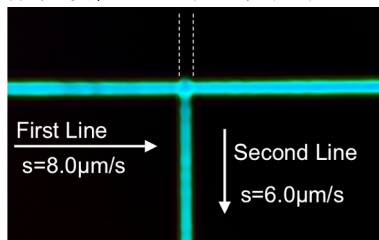


Fig. 1. Birefringence image of a laser patterned crossing single crystal line on glass surface. The second line was patterned for the first line with the crossing angle of 90° .

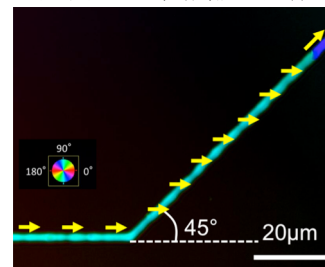


Fig. 2. Birefringence image of a laser patterned bending single crystal lines at 45° on glass surface.

[1] K. Shinozaki, T. Honma, T. Komatsu, J. Appl. Phys., 112 (2012), p. 093506. [2] K. Shinozaki, T. Honma, T. Komatsu, 日本セラミックス協会第 54 回基礎科学討論会予稿集 1D20 (2016).