

透明性と 3 W/(m·K)超の熱伝導率を有する MgO 析出ガラスの作製

Fabrication of MgO-precipitated glass having optical transparency and a thermal conductivity of >3 W/(m·K)

東北大院工 吉嶺 季和, °寺門 信明, 高橋 儀宏, 藤原 巧

Tohoku Univ., Toshikazu Yoshimine, °Nobuaki Terakado, Yoshihiro Takahashi, Takumi Fujiwara

E-mail: terakado@laser.apph.tohoku.ac.jp

【背景】酸化物ガラスは熱の不良導体として知られる。これはガラス特有の乱れた原子配列に由来するものであり、ガラスの低熱伝導性はガラスの宿命といえる。しかしガラスに高熱伝導性が付与できれば、ガラスの優位性である透明性、形態制御性、化学・光耐久性などとともに高熱伝導性も兼ね備えた新たな熱制御材料ができる。そこで我々は、高熱伝導率 (~50 W/(m·K)), 酸化物ガラスとの親和性に加え、光学的な等方性を有する MgO に着目し、過飽和 MgO の結晶析出による高熱伝導化と屈折率整合による透明化を目指してきた¹⁾。本報告では、X 線回折 (XRD) や核磁気共鳴法 (NMR) などを用いた析出機構の調査と、それに基づいた熱伝導性と透明性の向上について述べる。

【実験】試料は溶融急冷法によって作製した。La₂O₃, Nb₂O₅, B₂O₃, SiO₂, 及び MgO 等の試薬を混合し 1400–1650°C で溶融後急冷した。この時、MgO 量を取って過剰にすることによって、ガラス化した際の MgO の過飽和分を結晶析出させ、同時に、残存ガラスと析出 MgO の屈折率分散が一致するように組成設計をおこない透明化を図った。試料の構造を XRD と NMR などを用いて調査した。ほかに、屈折率分散や分光透過率などの光学特性、熱拡散率などの熱物性を調査した。

【結果】8.2La₂O₃–4.3Nb₂O₅–24.7B₂O₃–9.5SiO₂–*x*MgO (in mole ratio; *x* = 77, 171) の結果について述べる。Fig. 1 に試料外観と光学顕微鏡像 (試料厚さ: ~0.7 mm) を示す。Fig. 1(a)と XRD の結果から、(a) *x* = 77 試料は MgO が飽和溶解した均質な透明ガラスであることが分かった。(b) *x* = 171 では、過飽和分の MgO が直径 30–50 μm の結晶として析出するが、肉眼では透明であり、MgO と残存ガラスの識別は困難であった。光学顕微鏡観察においてもそれら二相の境界がわずかに認識できる程度である。この結果は、屈折率整合の達成を意味しており、この時の二相の屈折率差は、<0.003 であった。熱拡散率は MgO の飽和析出によって 2.7 倍まで増大した。*x* = 171 試料の熱伝導率は、~3.4 W/(m·K)と見積もられ、この値は一般的な窓ガラスの約 4 倍に相当する。透明性と形態制御性を併せ持つ高熱伝導なガラスの開発に成功した。

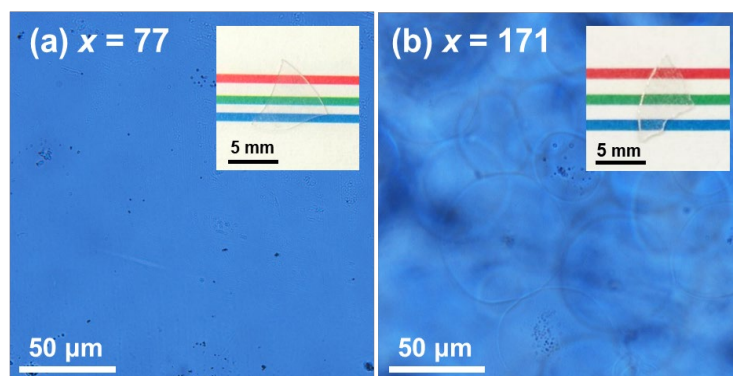


Fig. 1. Appearance and optical microscopic images of the mirror-polished samples with a thickness of ~0.7 mm.

1) N. Terakado, R. Kozawa, T. Yoshimine, Y. Takahashi, T. Fujiwara, AIP Adv. **8**, 115012 (2018).