

熱伝導率と光透過率の向上に向けた MgO 析出ガラスの構造調査

Structural investigation of MgO-precipitated glass for improvement in thermal conductivity and optical transmittance

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起因するものであり、低熱伝導性はガラスの宿命ともいえる。しかし酸化物ガラスに高熱伝導性を付与できれば、ガラスの優位性である透明性、形態制御性、化学・光耐久性などに高熱伝導性を兼ね備えた新たな熱制御材料ができる。そこで我々は、高熱伝導率と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⁾。今回は、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、有効媒質近似モデルによる熱伝導率の定量的評価について報告する²⁾。

【実験】La₂O₃, Nb₂O₅, B₂O₃, SiO₂, 及び MgO 等の試薬を混合し 1400–1650°C で熔融後急冷した。この時、MgO 量を敢え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 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と熱伝導率を調査した。

【結果】8.2La₂O₃–4.3Nb₂O₅–24B₂O₃–10SiO₂–xMgO (in mole ratio; x = 77, 170) の結果について述べる。XRD 等の結果から、x = 77 試料は MgO が飽和溶解した均質な透明ガラスであり、その屈折率分散は MgO のそれと良く一致することがわかった (Fig. 1a)。x = 170 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、MgO と残存ガラスの識別は肉眼では困難であった。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り、~70%の高い光透過率が維持できた (Fig. 1b)。これらの結果は Fig. 1a の屈折率整合の結果と矛盾しない。x = 170 試料の熱伝導率は~3.3 W/(m·K)であり、この値は x = 77 試料の 3

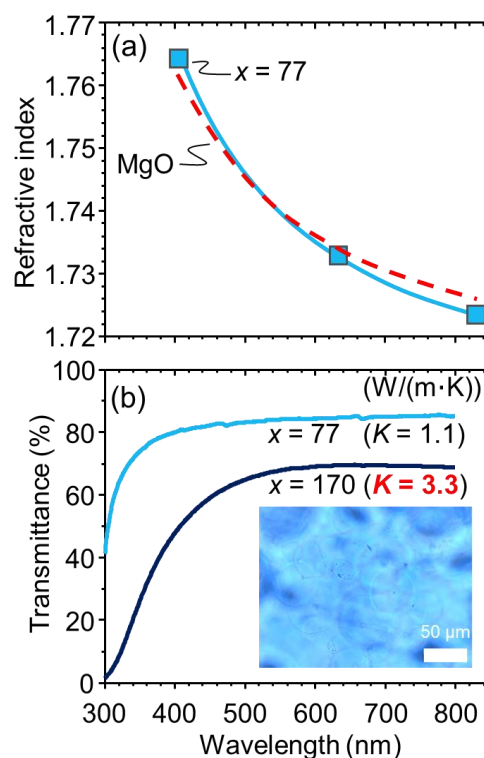


Fig. 1. (a) Refractive index dispersions of MgO crystal and the sample with $x = 77$. (b) optical transmittance spectra of the samples with $x = 77$ and 170 with a thickness of ~ 0.35 mm. The values of thermal conductivity K are shown. The inset shows an optical microscopic image in ~ 1 -mm depth area²⁾.

倍にも相当する。【参考文献】1) N. Terakado, R. Kozawa, T. Yoshimine, Y. Takahashi, T. Fujiwara, AIP Adv. **8**, 115012 (2018); 2) N. Terakado, T. Yoshimine, R. Kozawa, Y. Takahashi, T. Fujiwara, RSC Adv. **10**, 22352 (2020).