

ナトリウムホウ酸塩ガラスにおける押し込み誘起高密度化挙動

(滋賀県大・工) ○吉田 智, 林 康博, 菅原 透, 三浦嘉也, 松岡 純

Indentation-Induced Densification of Sodium Borate Glasses / ○ Satoshi YOSHIDA, Yasuhiro HAYASHI, Toru SUGAWARA, Yoshinari MIURA, Jun MATSUOKA (U. Shiga Pref.) / Glass is densified under a high compressive stress. Densification of glass also occurs under a sharp diamond indenter. Although indentation-induced densification of some silicate glasses has been reported, there is less information on the densification of other types of glasses. In this study, indentation-induced densification of binary sodium borate glasses was investigated. The volume change in Vickers indent by annealing attributes to the relaxation of densified volume under the indenter. For all binary sodium borate glasses, large shrinkage of Vickers indentation was observed after annealing, and the densification of sodium borate glasses was evidenced. The volume change in Vickers indent on sodium borate glass is more than 70 %. The ratio of densified volume to total indentation volume depends a little on the glass composition.

問合先 : E-mail yoshida@mat.usp.ac.jp

【緒言】 ダイヤモンド圧子を用いた押し込み試験により、ガラスが高密度化することが知られている。また、高密度化された領域はガラス転移温度付近の熱処理により構造緩和するため、押し込み圧痕を有するガラスを熱処理すると顕著な圧痕収縮が認められる^{1,2)}。この収縮体積を高密度化された体積と考えることで圧子直下の高密度化量の推定が可能である。本研究では、ナトリウムホウ酸塩ガラスについて、ビックアース圧痕の熱処理による収縮量を測定し、これまでに報告例のないホウ酸塩ガラスの押し込み誘起高密度化挙動を評価した。

【実験】 $x \text{Na}_2\text{O} - (100-x)\text{B}_2\text{O}_3$ ガラス ($x = 10, 15, 20, 25, 30, 35$) を通常の溶融法で作製し測定対象試料とした。微小硬度計 (AKASHI MVK-H2) を用いて、押し込み荷重 245mN, 空気中でビックアース押し込み試験を行った。ビックアース圧痕の形状 (対角長さ, 対辺長さ, 深さ, 体積) は、原子間力顕微鏡 (AFM, Veeco NanoscopeE) を用いて観察・測定した。押し込み試験をした後、ガラスを $T_g \times 0.9$ (K) で熱処理し (T_g : ガラス転移温度), ビックアース圧痕の形状を再度測定した。熱処理により収縮した体積 (高密度化された体積), 深さ, 対角長さ, 対辺長さを求め、圧痕収縮率 (初期圧痕形状に対する収縮量の割合) を算出した。

【結果と考察】 図 1 に、熱処理による圧痕の収縮挙動を示す。すべての組成においてビックアース圧痕の深さと圧痕対辺長さが熱処理により減少することが分かった。圧痕体積の収縮割合は 70% 以上であり、ポアソン比や自由体積から予想される値¹⁾よりも大きく、ソーダ石灰ガラスと同程度であった。これは、ホウ酸塩ガラスはケイ酸塩ガラスとは異なり、高密度化される際に網目形成カチオンの配位数が変化するためであると考えられる。一方、圧痕体積の収縮割合は僅かに組成依存性が認められ、ホウ酸塩ガラスの押し込み誘起高密度化は、ホウ素の配位数分布に影響を受けることが示唆された。

¹⁾ S. Yoshida *et al.*, *J. Mater. Res.* **20** (2005) 3404. ²⁾ S. Yoshida *et al.*, *Int. J. Mater. Res.* **98** (2007) 360.

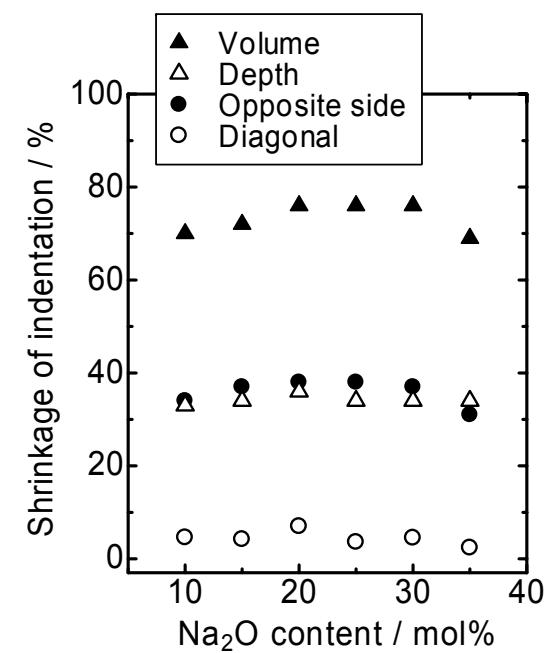


Fig. 1 Variation of shrinkage of Vickers indentation with glass composition.