

X線照射による Tb³⁺添加 B₂O₃-Na₂O-CaO-P₂O₅ ガラスの熱蛍光

X-ray-induced thermoluminescence of Tb³⁺-doped B₂O₃-Na₂O-CaO-P₂O₅ glasses

東北大院工¹, 静岡大², °(M1)山口 寛人¹, (D3)川本 弘樹¹, 藤本 裕¹, 越水 正典², 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, Shizuoka Univ.², °Hiroto Yamaguchi¹, Hiroki Kawamoto¹,

Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu¹, Keisuke Asai¹

E-mail: hiroto.yamaguchi.r6@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】我々はこれまで、新たな中性子計測用熱蛍光線量計素子の開発を目指し、Li や B を含有する希土類添加ガラス材料の熱蛍光特性を探究してきた。本研究では、B₂O₃-Na₂O-CaO-P₂O₅ ガラスに希土類として Tb を添加した試料を製出し、X 線照射後の熱蛍光グロー曲線、熱蛍光スペクトル、及び ESR スペクトルを測定し、その熱蛍光特性を評価した。

【実験方法】H₃BO₃, Na₂CO₃, CaCO₃, NH₄H₂PO₄, 及び Tb₄O₇ を原料として、40B₂O-(30-x)Na₂O-10CaO-20P₂O₅-xTb₄O₇ (x = 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 mol%) 試料を、熔融急冷法により作製した。これらを試料として、X 線照射後の熱蛍光グロー曲線を測定した。

【結果・考察】Fig. 1 に、40B₂O-(30-x)Na₂O-10CaO-20P₂O₅-xTb₄O₇ (x = 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 mol%) 試料における X 線照射後の熱蛍光グロー曲線を示す。360–390 K に熱蛍光ピークが確認され、その強度は 0.2 mol% Tb₄O₇ 試料において最大であった。この結果より、0.2 mol% Tb₄O₇ 試料が、X 線に対して特に優れた感度を有することが示された。

Fig. 2 に、0.2 mol% Tb₄O₇ 試料における X 線照射前及び照射後の ESR スペクトルを示す。X 線照射後においてピークが認められ、ピーク分裂数及び ³¹P の核スピン数より、リン酸素正孔中心及 (POHC) び PO₃²⁻電子捕獲中心 (PO₃²⁻EC) のシグナルと帰属された。この結果より、Tb 添加 B₂O₃-Na₂O-CaO-P₂O₅ ガラスにおいては P 周辺のサイトが電子または正孔の捕獲中心として機能することが示された。

Fig. 3 に、0.2 mol% Tb₄O₇ 試料における X 線照射線量に対する TL 強度を示す。TL 強度は、300–680 K の TL 強度の積算値から算出された。10–10⁶ mGy の範囲で、良好な直線性が確認され、熱蛍光線量計素子への高い適合性の具備が示された。

【結言】製出した Tb 添加 B₂O₃-Na₂O-CaO-P₂O₅ ガラスの X 線検出機能が確認された。

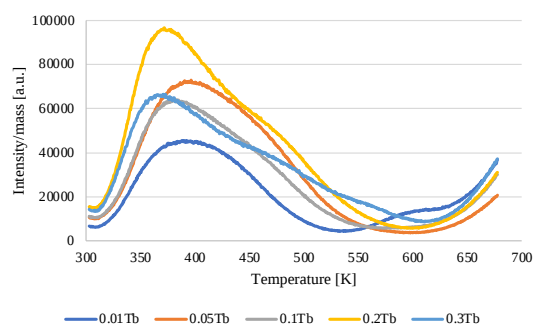


Fig. 1. TL glow curves of B₂O₃-Na₂O-CaO-P₂O₅-Tb₄O₇ after 1 Gy X-ray irradiation.

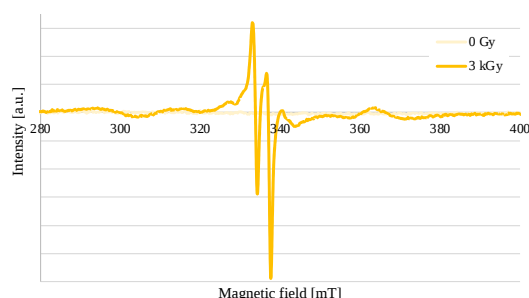


Fig. 2. ESR spectra of 0.2 mol% Tb₄O₇ glass after 0 Gy or 3 kGy X-ray irradiation.

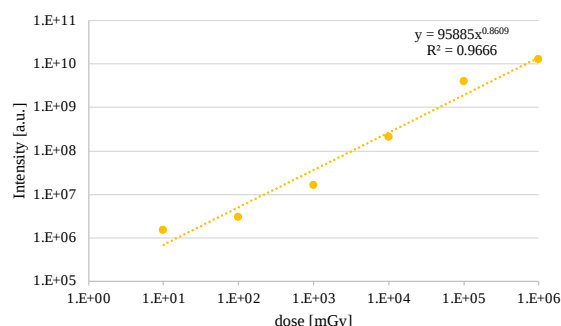


Fig. 3. X-ray irradiation dose vs. integrated TL intensities of 0.2 mol% Tb₄O₇ glass.