

X線, 粒子線, および熱中性子照射による Sr₂B₂O₅:Eu 焼結体の熱蛍光特性

X-ray-, particle-beam-, and thermal-neutron-induced thermoluminescence properties of Sr₂B₂O₅:Eu ceramics

東北大院工¹, 金沢工大², 量研機構³, 近大原研⁴, 九大院工⁵, 奈良先端大⁶,

○(M2)小宮 基¹, 川本 弘樹¹, 藤本 裕¹, 越水 正典¹, 岡田 豪², 古場 裕介³, 若林 源一郎⁴,
野上 光博¹, 人見 啓太郎¹, 渡辺 賢一⁵, 柳田 健之⁶, 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, KIT², QST³, Kindai Univ.⁴, Kyushu Univ.⁵, NAIST⁶, ○Hajime Komiya¹, Hiroki Kawamoto¹,
Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu¹, Go Okada², Yusuke Koba³, Genichiro Wakabayashi⁴,
Mitsuhiro Nogami¹, Keitaro Hitomi¹, Kenichi Watanabe⁵, Takayuki Yanagida⁶, Keisuke Asai¹

E-mail: hajime.komiya.s4@dc.tohoku.ac.jp

【背景】 中性子応用技術の発展および中性子加速器施設の普及に伴い, 中性子計測技術に対する需要が高まっている. 中性子計測に応用可能な積算型線量計のうち, 熱蛍光線量計 (TLD) は小型かつ高感度であることから, 個人被ばく線量計への高い応用可能性を有する. そこで我々は, この応用性の向上に即したより高性能な中性子計測用 TLD の開発に向け, 新たな熱蛍光体の創成を企図した. 当該材料の性能要件として, 中性子と高確率で核反応を生じることや, 高い発光効率を有すること等が挙げられる. これらを満たし得る有力な候補の一つに, 希土類添加ホウ酸塩化合物がある. 当該化合物のうち, 今回は Sr₂B₂O₅ を採用し, これに発光中心としての Eu を微量添加した焼結体を作製して, X線, 粒子線, および熱中性子照射後の熱蛍光 (TL) 特性を評価した.

【実験方法】 ¹⁰B 濃縮 (96%) H₃BO₃ または ¹¹B 濃縮 (99%) H₃BO₃, SrCO₃, および Eu₂O₃ の粉末を量論比で混合して電気炉内 (850°C) で加熱した後, タブレット型に成型し, 再び電気炉内 (850°C) で焼成して, ¹⁰B 濃縮および ¹¹B 濃縮試料を得た. この両者について, X線, C イオン, および熱中性子照射後の TL 特性を調べた. TL 強度測定には, フォトンカウンティングヘッド (H11890, Hamamatsu) を用いた.

【結果・考察】 Fig. 1に, X線照射後のTLグローカーブを示す. いずれの試料においても, 340, 400, および490 K付近にピークが, 530および620 K付近にショルダーが, 見られる. ¹⁰B濃縮試料および¹¹B濃縮試料のTL強度の積分値 (300–700 K) は, 市販の熱蛍光体TLD-100での値の約104倍および約91倍であった. また, 両試料間のTL強度の差は, 両試料での値の平均に対して7%以下であった. この結果から, 両試料において, 中性子線源由来の γ 線照射および¹⁰B(n, α)⁷Li反応由来の γ 線照射によりTLが誘起され, 両 γ 線に対する感度は同程度であることが示される.

Fig. 2に, 熱中性子照射後のTLグローカーブを示す. ¹⁰B濃縮試料においては, 390, 470, 510, および620 Kにピークが, ¹¹B濃縮試料においては, 410, 485, および620 Kにピークが, それぞれ見られる. また, ¹⁰BのTL強度の積分値 (300–540 K) は, ¹¹Bでの値の約3.0倍であった. ¹⁰BにおけるTL強度の増感は, ¹⁰B(n, α)⁷Li反応によって生じた α 線, ⁷Li, および γ 線に由来するものと考えられる.

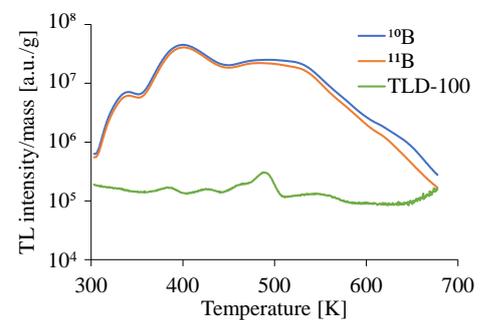


Fig. 1 Thermoluminescence glow curves of Sr₂B₂O₅:Eu (0.2 mol%) ceramics and TLD-100 after X-ray (1 Gy) irradiation.

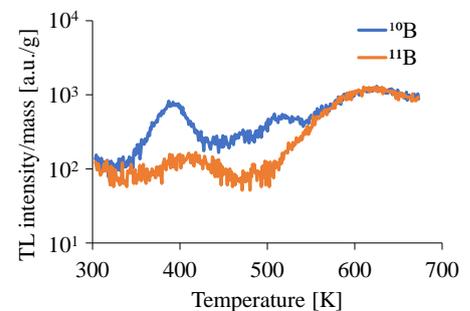


Fig. 2 Thermoluminescence glow curves of Sr₂B₂O₅:Eu (0.2 mol%) ceramics after thermal neutron (7.67×10^8 n/cm²) irradiation.