

Y₃Al₅O₁₂(YAG):Ce 結晶の熱蛍光特性の LET 依存性

LET-dependent thermoluminescence properties of Y₃Al₅O₁₂(YAG):Ce

東北大院工¹, 奈良先端大², 名大院工³, 量研機構⁴ ◯越水 正典¹, 岡田 豪², 平田 悠歩³,
中内 大介², 加藤 匠², 河口 範明², 渡辺 賢一³, 古場 裕介⁴, 藤本 裕¹,
柳田 健之², 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, NAIST², Nagoya Univ³, QST⁴ ◯Masanori Koshimizu¹, Go Okada², Yuho Hirata³,
Daisuke Nakauchi², Takumi Kato², Noriaki Kawaguchi², Kenichi Watanabe³, Yusuke Koba⁴,
Yutaka Fujimoto¹, Takayuki Yanagida², Keisuke Asai¹

E-mail: koshi@qpc.che.tohoku.ac.jp

【はじめに】重粒子線の計測においては、線エネルギー付与 (LET) に依存した検出器の応答という問題が付きまとう。多くの素子における応答の LET 依存性は、現象論的にすら理解されていないため、実際の計測においては、その素子の応答性を所与のものとして補正をかける以外の手段がない。一方、材料科学的な観点からは、組成や構造などの制御を駆使し、応答の LET 依存性を制御できれば理想的であるが、そのためには、LET 依存性の原因となる基礎過程の理解が必須である。

上記の観点から、我々のグループでは、熱蛍光の LET 依存性を解析してきた。我々は以前に、Ce 添加 LiCaAlF₆ において、LET および X 線の線量に依存した熱蛍光グローブカーブの情報から、熱蛍光を生じる以前の電子正孔対の捕獲段階での拡散距離を求めた[1]。本研究では、同様の手法による拡散距離導出を行うため、Y₃Al₅O₁₂(YAG):Ce における熱蛍光挙動の LET 依存性を解析した。

【実験方法】異なる濃度で Ce の添加された YAG の透明セラミックスを試料とした。名古屋大学の⁶⁰Co 施設において、1 Gy~1 kGy の線量でγ線を照射した後、熱蛍光測定を行った。また、HIMAC を用い、核子あたり 160 MeV の H、150 MeV の He、および 135 MeV の C を 10 Gy 照射後に熱蛍光測定を行った。なお、HIMAC では、Binary filter (BF) を用いて照射イオンを減速し、LET を変化させた。

【結果と考察】図 1 に、Ce を 0.5% 添加した YAG の、異なる線量でのγ線照射後のグローブカーブを示す。ここでは、グローブピークの相対強度を明確にするため、最低温度のグローブピーク強度で規格化したものを示す。照射線量の増大とともに、高温側のグローブピーク強度が顕著に低下した。このことは、高線量で、より深いサイトへの電子正孔対の捕獲確率が低下したことを示す。図 2 に、160 MeV H を 10 Gy で照射した後の熱蛍光グローブカーブを示す。ここでは、BF の厚さとともに LET が增大する。LET の増大とともに、高温側のグローブピーク強度が増大した。この傾向は、γ線照射の場合の線量依存性とは反対であり、Ce 添加 LiCaAlF₆ の場合と異なる結果となった。

[1] D. Nakauchi, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, 409 (2017) 23.

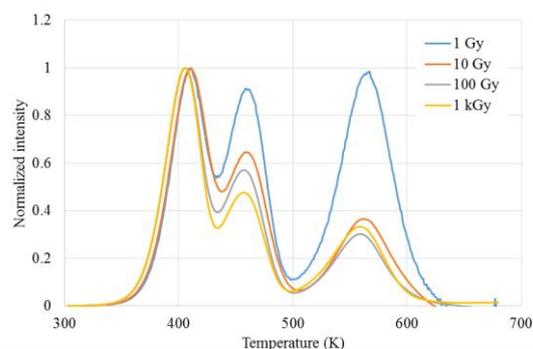


図 1 1 Gy~1 kGy のγ線照射後の熱蛍光グローブカーブ

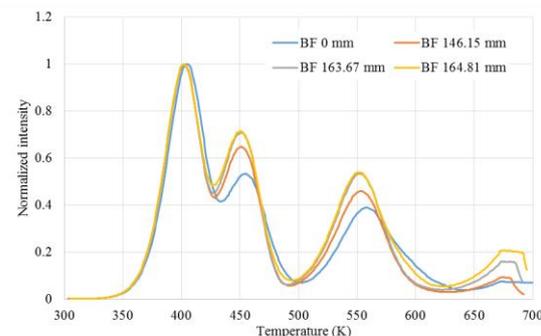


図 2 160 MeV H を 10 Gy で照射後の熱蛍光グローブカーブ