

Bi 添加 $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ 透明セラミックスの光学および放射線応答特性Optical and scintillation properties of Bi-doped $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ transparent ceramic九州工大¹, 村田製作所² ○柳田 健之¹, 呉竹 悟志², 村山浩二², 田中伸彦²Kyushu Inst. Technol.¹, Murata Manufacturing Co., Ltd.², °Takayuki Yanagida¹, Satoshi Kuretake²,Koji Murayama², Nobuhiko Tanaka²

E-mail: yanagida@lsse.kyutech.ac.jp

放射線をホスト-発光中心間の量子エネルギー変換によって、多数の紫外可視光子に変換するシンチレータは、核医学、セキュリティ、資源探査、宇宙、素粒子物理などの広範な分野で応用されている [1]。シンチレータには応用に応じて、無機・有機、バルク体・粉末等の多様な形態が存在しているが、それらの内、最も応用範囲が広く、市場規模の大きなものが、ガンマ線検出用の無機シンチレータである。従来、無機シンチレータとしては、大型化が可能かつ光学的な透明性の高い単結晶材料が用いられてきたが、近年のレーザー分野による技術発展の恩恵により、透明セラミックスのシンチレータ利用が検討され始めてきている。これまで我々は、主としてガーネット[2]、およびセスキオキサイド[3]の透明セラミックスのシンチレーション特性に関して検討してきたが、本講演では、パイロクロア型材料の光学、シンチレーション、熱蛍光特性に関して報告する。

サンプルは、無添加および Bi を 0.4、1、2、6 mol% 添加した $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ であり、村田製作所によって作製された。外観は基本的に無色透明であったが、Bi を 6 mol% 添加したサンプルのみ褐色がかっていた。これらのサンプルは全て $5 \times 5 \times 2 \text{ mm}^3$ 形状に加工され、上下面には光学研磨が施された。光物性としては、透過スペクトル (JASCO V670)、フォトルミネッセンス (PL) 量子収率 (Hamamatsu Quantaurus-QY)、PL 蛍光減衰時定数 (Hamamatsu Quantaurus- τ) を計測した。基礎的な光学特性の後、X 線励起シンチレーション発光スペクトル [2]、シンチレーション蛍光減衰時定数 [5] を計測した。さらにキャリアの捕獲準位に関する情報を得るべく、熱蛍光グローブ [6] および放射線照射残光特性 (Afterglow) [5] を計測した。これら物性評価は全て九州工業大学にて行った。

X 線励起シンチレーション発光スペクトルを図 1 に示す。無添加品では 450 nm に発光ピークが観察された。また Bi 添加品では、600 nm 近辺に発光ピークが検出された。Bi の添加に伴い、ホスト起因の発光が消光していく様子が確認された。Bi 添加による発光の起源について、光物性のみで帰属するのは難しいが、蛍光減衰時定数からは Bi^{3+} の sp 遷移に由来したものと思われる。図 2 には 1 Gy の X 線照射後における、熱蛍光グローブの様子を示す。無添加では 100 度近傍にグローブピークが存在し、Bi を添加する毎に、このピークの強度が弱くなっていく。

X 線励起発光スペクトルと合わせ、これは Bi 添加によってキャリア捕獲準位が低減されていく様子を暗示している。またこの描像は、X 線照射時の残光特性においても裏付ける実験結果が得られた。本講演においては、光学特性、シンチレーション特性、熱蛍光特性などに関して報告する。

Reference

- [1] T. Yanagida, Opt. Mater., 35 1987 (2013).
- [2] T. Yanagida, K. Kamada, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, Opt. Mat., 35 2480-2485 (2013).
- [3] T. Yanagida, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, Opt. Mater., 36 1044-1048 (2014).
- [4] Y. Kintaka, T. Hayashi, A. Honda, M. Yoshimura, S. Kuretake, N. Tanaka, A. Ando, H. Takagi, J. Am. Ceram. Soc. 95 (2012) 2899.
- [5] T. Yanagida, Y. Fujimoto, T. Ito, K. Uchiyama, K. Mori, Appl. Phys. Exp., 7 062401 (2014).
- [6] T. Yanagida, Y. Fujimoto, N. Kawaguchi, S. Yanagida, J. Ceram. Soc. Jpn., 121 989-991 (2013).

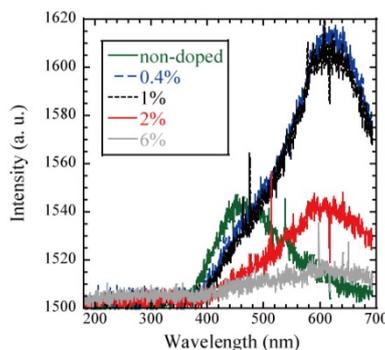


図 1 無添加および Bi 0.4、1、2、6mol% 添加 $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ のシンチレーションスペクトル。

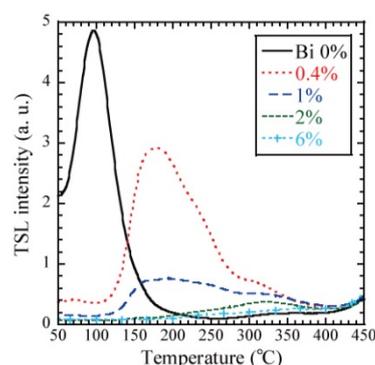


図 2 1 Gy X 線照射後の熱蛍光グローブ。