

Sn 添加 60ZnO-40P₂O₅ ガラスの放射線応答特性Ionizing radiation responses of Sn-doped 60ZnO-40P₂O₅ glass京大化研¹, 九州工大², [○]正井 博和¹, 柳田 健之²ICR, Kyoto Univ.¹, Kyushu Inst. Technol.², [○]Hirokazu Masai¹, Takayuki Yanagida²

E-mail: masai_h@noncry.kuicr.kyoto-u.ac.jp

放射線計測に用いられる蛍光体は、大別してシンチレータと、ドシメーター用(熱・輝尽・RPL) 蛍光体の二種類である。前者は単一の高エネルギー放射線を、数万の紫外～可視光子に即発的に変換し、医療(X線CT、PET)、空港の荷物検査等のセキュリティ、資源探査、火山・活断層・温泉探査、宇宙や素粒子と言った高エネルギー物理学などに広く用いられている [1]。一方後者は、吸収した放射線のエネルギーを記憶しておく形式であり、個人被ばく線量計や、イメージングプレート等に利用されている。こういった放射線誘起蛍光体は、Si・Ge 半導体検出器と双璧をなす固体型放射線検出器として広く利用されている。これまでシンチレータにおいては、結晶系を中心として様々な材料系にて研究が行われている一方、ガラスやセラミックス材料の放射線計測特性は、広く研究が行われてきたとは言いがたい状況である。またシンチレータ用途に比べ、ドシメーター用蛍光体はこれまでのところ、検討がなされてきた材料系のバリエーション自体が広くはない。そのため我々は新規シンチレータ、ドシメーター用蛍光体として、これまで放射線計測特性が検討されていない材料系の研究を行ってきた。

本研究では、白色蛍光体応用を目的として開発された無添加および Sn 添加 60ZnO-40P₂O₅ ガラスの光学、シンチレーション、ドシメーター(輝尽・熱蛍光) 特性を計測した。サンプルは比較用の無添加および、Sn を 2.5%、5% 添加したものであり、急冷法により作製された。光学特性としては、直線透過率(JASCO V670)、量子収率(Hamamatsu Quantaaurus-QY)、PL 蛍光減衰時定数(Hamamatsu Quantaaurus-τ) を評価した。シンチレーション特性としては、X 線励起発光スペクトル [2]、シンチレーション蛍光減衰時定数 [3] を計測した。熱蛍光特性は TL2000 を用いて計測し [4]、輝尽蛍光特性は市販の PL 装置(JASCO FP8600DS) を用いて計測した [5]。

図 1 には X 線励起時の発光スペクトルを示す。Sn を添加したサンプルからは、中心波長が青色のブロードな発光が観測された。これは Sn²⁺ 起因の発光と考えられる。一方で、無添加サンプルの発光はあまり強くはなかったが、400-500 nm 近辺にブロードな発光が観測された。これらのシンチレーション蛍光減衰時定数を評価したところ、Sn 添加サンプルは 4 μs 前後、無添加サンプルからは 10 ns 程度となり、遅い線分は観測されなかった。数 μs の蛍光時定数は Sn²⁺ の発光としては典型的であり、無添加サンプルからの高速な発光は、何らかの欠陥起因によるものと考えられる。熱蛍光グローカーブを観測したところ、全サンプルから 100°C、Sn 添加サンプルのみから 220°C の熱蛍光ピークが得られた。Initial rise 法によってトラップ深さを求めたところ、前者は 5 meV、後者は 10 meV と求まった。輝尽蛍光は、無添加では 470 nm (刺激光 630 nm)、Sn 添加サンプルでは 510 nm (刺激光 580 nm) であった。これらより、Sn を添加することにより、無添加サンプルとは異なるキャリア捕獲準位が生成されたことが分かった。

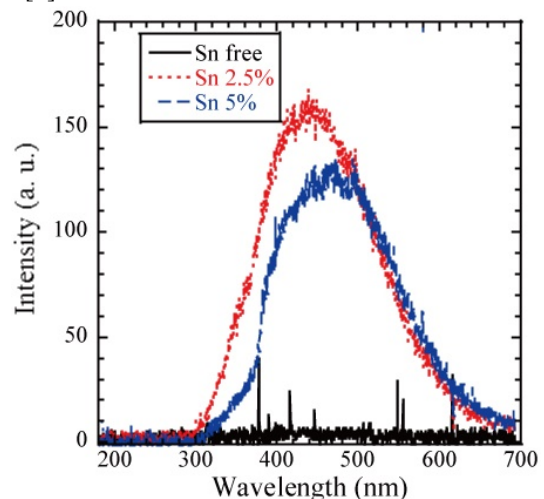


図 1 Sn 添加 60ZnO-40P₂O₅ ガラスの X 線励起発光スペクトル。

参考文献

- [1] T. Yanagida, Opt. Mater., 35 1987 (2013).
- [2] T. Yanagida, K. Kamada, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, Opt. Mater., 35 2480 (2013).
- [3] T. Yanagida et al., Radiat. Meas., 55 99 (2013).
- [4] T. Yanagida, Y. Fujimoto, N. Kawaguchi, S. Yanagida, J. Ceram. Soc. Jpn., 121 988 (2013).
- [5] T. Yanagida, Y. Fujimoto, K. Watanabe, K. Fukuda, Radiat. Meas. In press (2014).