

Al 共添加 Ce:(La,Gd)₂Si₂O₇ 単結晶における発光特性および シンチレーション特性評価

Evaluations of optical and scintillation properties of Al co-doped Ce:(La,Gd)₂Si₂O₇ single crystals

(東北大金研¹, 東北大 NICHe², 山形大理³, C&A⁴)

°(M1)高杉樹¹, 横田有為², 堀合毅彦¹, 吉野将生¹, 山路晃広¹, 大橋雄二^{2,3}, 黒澤俊介^{2,3},
鎌田圭^{2,4}, 吉川彰^{1,2,4}

(IMR, Tohoku Univ.¹, NICHe, Tohoku Univ.², Yamagata Univ.³, C&A⁴)

°(M1)Tatsuki Takasugi¹, Yuui Yokota², Takahiro Horiai¹, Masao Yoshino¹, Akihiro Yamaji¹,
Yuji Ohashi², Shunsuke Kurosawa^{2,3}, Kei Kamada^{2,4}, Akira Yoshikawa^{1,2,4}

E-mail: t-takasugi@imr.tohoku.ac.jp

【背景】放射線を可視光に変換することが可能なシンチレータ材料は、放射線検出器として医療分野や資源探査、高エネルギー物理学などの広い分野で応用されている。近年、我々が開発した Ce 添加 (La,Gd)₂Si₂O₇ (Ce:La-GPS) 単結晶は、ガンマ線照射下で高い発光量と高速の蛍光寿命を示し、さらに 200℃近傍の高温域まで高い発光量を維持することから、地表下における油井探索への応用が期待されている[1]。我々は、チョクラスキー(Cz)法による Ce:La-GPS 単結晶の大型化を試みてきた結果、クラックフリーの 2 インチ径単結晶の作製に成功した[2]。一方、Cz 法で作製した Ce:La-GPS 単結晶は、切断時にクラックが生じ、実用化への障害となっていたことから、不純物置換による切断時のクラック発生抑制を目的に Al 共添加 Ce:La-GPS 単結晶を作製し、その機械特性を前回報告した[3]。その結果、Al 共添加により機械特性の改善の可能性が確認されたが、シンチレーション特性に対しても一部 Al 共添加効果が表れた。そこで本研究では、シンチレーション特性に対する Al 共添加効果を明らかにするため、Al 添加量を変えた Al 共添加 Ce:La-GPS 単結晶を育成し、その発光特性およびシンチレーション特性の評価を行った。

【実験方法】Ce:La-GPS 単結晶および Al 共添加 Ce:La-GPS 単結晶を高周波誘導加熱のマイクロ引き下げ(μ-PD)法により作製した。La₂O₃, Gd₂O₃, SiO₂, CeO₂, α-Al₂O₃ 粉末 (>4N) の出発原料を用いて、仕込組成 (Gd_{0.75}La_{0.25-y}Ce_y)₂(Si_{1-x}Al_x)₂O_{7+δ} (x = 0, 0.005, 0.01, y = 0, 0.01) の混合粉末を作製し、N₂ 雰囲気下、Ir 坩堝を用いて 0.4 mm/min の育成速度で単結晶育成を行った。作製した単結晶は粉末 X 線回折(XRD)測定による相分析を行うとともに、φ3 × 1 mm³ の円盤状に切断、光学研磨し、光学特性およびシンチレーション特性評価を行った。

【結果・考察】Fig.1 に育成した Ce:La-GPS 単結晶および Al 共添加 Ce:La-GPS 単結晶のフォトルミネッセンススペクトルを示す。全ての単結晶で 370 nm に Ce³⁺ イオンの 5d-4f 遷移由来の発光ピークが確認でき、発光波長の Al 共添加効果は見られなかったが、250 nm 近傍における励起スペクトルの相対強度が Al 共添加量により変化した。さらに、育成した Ce:La-GPS および Al 共添加 Ce:La-GPS 単結晶のガンマ線照射下における蛍光寿命曲線から蛍光寿命を算出した。得られた蛍光寿命の第一成分と第二成分の Al 共添加量を Fig.2 に示した。この結果から Al 共添加により Ce:La-GPS 単結晶の蛍光寿命が高速化したことが明らかとなった。詳細な単結晶育成および光学特性及び、シンチレーション特性評価結果は当日報告する。

[1]T. Horiai, A. Yoshikawa *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **468** (2017) 391.

[2]A. Yoshikawa *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **452** (2016) 57. [3] 高杉、吉川ら 2017 年 秋季応用物理学会 8a-A201-3

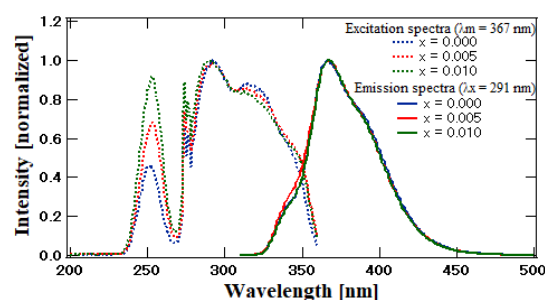


Fig. 1. Emission and excitation spectra of Ce:La-GPS and Al co-doped Ce:La-GPS single crystals.

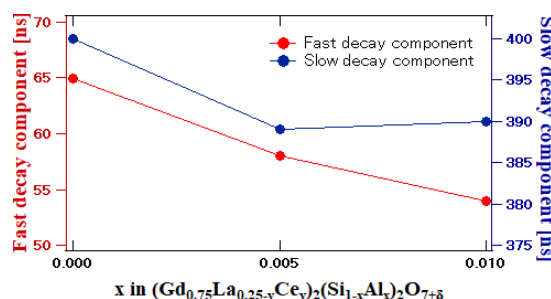


Fig. 2. Al concentration dependence of decay times for the Ce:La-GPS and Al co-doped Ce:La-GPS single crystals under γ-ray irradiation.