

1 インチ (Ce, Gd, La, Y)₂Si₂O₇ 結晶の単結晶育成およびその発光特性

Crystal growth and optical properties of 1-inch size (Ce, Gd, La, Y)₂Si₂O₇ crystal

東北大金研¹, 東北大 NICHe², 山形大理³, 株式会社 C&A⁴, 浜松ホトニクス株式会社⁵

堀合 毅彦¹, 黒澤 俊介^{2,3}, 村上 力輝斗⁴, 庄子 育宏^{1,4}, 山路 晃広¹, 大橋 雄二²,

鎌田 圭^{2,4}, 横田 有為², 石津 智洋⁵, 大石 保生⁵, 中谷 太亮⁵, 吉川 彰^{1,2,4}

IMR, Tohoku Univ.¹, NICHe, Tohoku Univ.², Yamagata Univ.³, C&A Corporation⁴,

Hamamatsu Photonics K. K.⁵

[○]Takahiko Horiai¹, Shunsuke Kurosawa^{2,3}, Rikito Murakami⁴, Yasuhiro Shoji^{1,4}, Akihiro Yamaji¹,

Yuji Ohashi², Kei Kamada^{2,4}, Yuui Yokota², Tomohiro Ishizu⁵, Yasuo Ohishi⁵, Taisuke Nakaya⁵,

Akira Yoshikawa^{1,2,4}

E-mail: horiai@imr.tohoku.ac.jp

【緒言】 シンチレータ結晶は放射線検出器として核医学検査や資源探査等に使用されている。ここで、Ce 賦活(Gd, La)₂Si₂O₇ (Ce:La-GPS) シンチレータ結晶は、室温および 150°C 程度の高温下においても高い発光量を維持することが報告されており、高温下 (~200°C) での使用となる資源探査への応用が期待されている [1,2]。ここで、Ce 賦活 Lu₂SiO₅ の研究では、Y を希土類サイトに置換することでバンドギャップエネルギーが大きくなり、それに伴い発光量の高温耐性が改善されている [3,4]。そこで、本研究では、Ce 賦活(Gd, La)₂Si₂O₇ の希土類サイトに Y を置換した(Ce, Gd, La, Y)₂Si₂O₇ に着目した。

【実験方法および結果】 単結晶の育成は、マイクロ引下げ法およびチョクラルスキー法 (Cz 法) を用いて行った。育成した結晶は、厚さ 1mm に切断・鏡面研磨後に光学特性、シンチレーション特性および発光量の高温耐性について評価した。加えて粉末 X 線回折測定を行い、相および結晶系を同定した。

Table 1 にマイクロ引下げ法で育成を行った結晶の 25°C および 175°C における発光量を示した。これより、Y5%置換した時が 25°C および 175°C での発光量が最大となることが明らかになった。これは、適度に Y を置換することで生成されたトラップ準位にトラ

ップされていた電子が、高温で発光中心にエネルギー遷移をした影響であると考えられる。以上の結果から、Y5%置換した組成で Cz 法を用いて 1 インチサイズの結晶育成を試み、Fig. 1 に示した透明結晶の育成に成功した。また、粉末 X 線回折測定の結果から、マイクロ引下げ法および Cz 法で育成したサンプルの結晶系は単斜晶系 (空間群: $P2_1/c$) であることが明らかになった。

[1] A. Suzuki, A. Yoshikawa, et al., Appl. Phys. Express **5** (2012) 102601, [2] S. Kurosawa, A. Yoshikawa, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **772** (2015) 72, [3] H. Suzuki, et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. **40** (1993) 380, [4] L. Pidol, et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. **51** (2004) 1084.

Table 1 Light output of (Ce_{0.01}Gd_{0.59-y}La_{0.40}Y_y)₂Si₂O₇

Y concentration	Light output [photons/MeV]	
	25°C	175°C
y = 0.00	~42,000	~34,000
y = 0.05	~43,000	~40,000
y = 0.10	~36,000	~34,000
y = 0.15	~33,000	~24,000

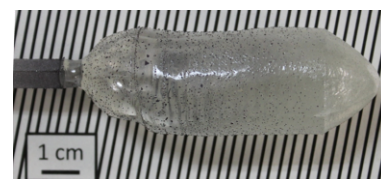


Fig. 1 Photograph of Y5% admixed Ce:La-GPS