

Ce 添加 GAGG シンチレータにおける発光およびシンチレータ特性に及ぼす共添加およびアニーリング効果

Co-doping and annealing effects on luminescence and scintillation properties of Ce doped GAGG scintillator

○山口 大聡¹, 鎌田 圭^{2,3}, 黒澤 俊介³, 庄子 育宏^{1,2}, 横田 有為³,
大橋 雄二¹, 山路 晃広¹, 吉川 彰^{1,2,3} (1. 東北大金研, 2. 株式会社 C&A, 3. 東北大 NICHe)
○Hiroaki Yamaguchi¹, Kei Kamada^{2,3}, Shunsuke Kurosawa^{1,3}, Yasuhiro Shoji^{1,2}, Yuui Yokota³,
Yuji Ohashi¹, Akihiro Yamaji¹, Akira Yoshikawa^{1,2,3} (1. Tohoku Univ., Institute for Material
Research, 2. C&A Corporation, 3. Tohoku Univ., New Industry Creation Hatchery Center)

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

【研究の背景】光検出器に用いられるシンチレータ材料は、例えば高エネルギー物理学や油井探査、セキュリティ、X線コンピュータ断層撮影法や陽電子放出断層撮影法(PET)といった医療画像技術[1]において、放射線を検出するのに広く用いられている。Ce 添加 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (Ce:LuAG)のようなガーネット構造をベースとした酸化物シンチレータは、レーザー応用等での結晶育成技術が確立されている点や光学的透明性、容易に希土類元素をドーピングできる[2]といった理由から、シンチレータ材料として期待されている。近年、Ce:LuAGにおける Gd および Ga 置換により、ガーネット構造特有のトラップ準位の影響が抑制されることで、発光量 50,000 photons/MeV を超える、優れたシンチレーション特性を有することが報告されている[3]。さらに近年では、Ce: $\text{Gd}_3\text{Ga}_3\text{Al}_2\text{O}_{12}$ (GAGG)に対する陽イオン(B, Ca, Ba)の微小添加による発光量および減衰時間の特性変化のメカニズムと、アニーリングによるトラップ構造の変化の間の関係、そしてそれに伴う更なる特性の改善が報告され[4], Ce 賦活型 PET への候補材として期待されている[5]。本発表では、Ce:GAGG に対する Mg 共添加の効果およびポストアニーリングがシンチレータ特性に及ぼす影響について検討を行った。

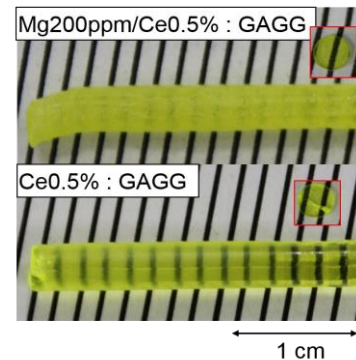


図 1. μ -PD 法により育成した単結晶

【実験方法】高周波加熱型マイクロ引き下げ(μ -PD)法により単結晶作製を行った。シードとして<100>GAGG 結晶を用い、 N_2 ガス雰囲気のもと育成を行った。結晶育成後、切断研磨した結晶を酸化・還元雰囲気においてアニーリングを行った。さらに、X線励起による発光スペクトルを測定し、ガンマ線励起による発光量及び蛍光寿命測定、粉末 XRD による結晶構造評価も行った。

【結果と考察】Mg 200 ppm 共添加 Ce:GAGG 単結晶を μ -PD 法により作成した(図 1)。Mg/Ce:GAGG において、過去論文[2]の結果によく一致する Ce^{4+} の電荷遷移吸収を 300 nm 以下の波長で観測した。図 2 はシンチレーション減衰時間の高速成分のアニーリング条件依存性を示している。シンチレーションの減衰時間は Mg の共添加により高速化の傾向を示した。本発表では、各条件でのアニーリング後のその他シンチレーション特性の変化に加え、結晶成長の詳細や結晶構造についても述べる。

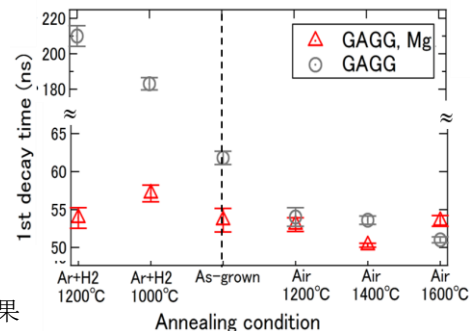


図 2. Mg 共添加および共添加なし Ce:GAGG 単結晶におけるシンチレーション 減衰時間の高速成分のアニーリング条件依存性(^{137}Cs 線源 662 keV ガンマ線による励起)

参考文献:

- [1] M. Nikl, Meas. Sci. Technol. 17 (2006) R37.
- [2] M. Nikl, A. Yoshikawa et al, Cryst. Growth Des. 14 (2014) 4827–4833
- [3] K. Kamada, A. Yoshikawa et al, Cryst. Growth Des. 11 (2011) 4484–4490.
- [4] M. Tyagi et al, J. Phys. D; Appl. Phys. 46 (2013) 475302
- [5] Y. Wu et al, Phys. Rev. Applied 2, 044009 (2014).