

Ce, Tb 共添加(Lu, Gd, Y)₃Ga₃Al₂O₁₂ シンチレータの母材探索および 高感度 X 線イメージング検出器の開発

Exploration of the Potential of Ce and Tb Co-Doped (Lu, Gd, Y)₃Ga₃Al₂O₁₂ Scintillator

Materials for the Development of a High-Sensitivity X-ray Imaging Detector

東北大, 工¹, 金研², NICHe³, 株式会社 C&A⁴, 阪大⁵, 早大⁶, 名大⁷ ○(M2) 大室和也^{1,2}, 吉野将生^{2,3},
Liudmila Gushchina⁴, 山本誠一⁶, 中西恒平⁷, 鎌田圭^{2,3,4}, 金敬鎮², 堀合毅彦^{2,3}, 村上力輝斗²,
山路晃広^{2,3}, 花田貴², 横田有為², 黒澤俊介^{2,3,5}, 大橋雄二^{2,3}, 佐藤浩樹^{2,3}, 吉川彰^{2,3,4}
Tohoku Univ., Grad. Sch. Eng.¹, IMR², NICHe³, C&A Corp.⁴, Osaka Univ.⁵, Waseda Univ.⁶,
Nagoya Univ.⁷, ○K. Omuro^{1,2}, M. Yoshino^{2,3}, L. Gushchina⁴, S. Yamamoto⁶, K. Nakanishi⁷,
K. Kamada^{2,3,4}, K. J. Kim², T. Horiai^{2,3}, R. Murakami², A. Yamaji^{2,3}, T. Hanada², Y. Yokota²,
S. Kurosawa^{2,3,5}, Y. Ohashi^{2,3}, H. Sato^{2,3}, A. Yoshikawa^{2,3,4}

E-mail: kazuya.omuro.r5@dc.tohoku.ac.jp

【背景】 シンチレータは、医療診断や工業製品の非破壊検査などの分野で活躍する X 線イメージング技術に利用されており、短い露光時間でコントラストに優れた画像を得るために高感度であることが望まれる。ガーネット系シンチレータは、高密度および優れた発光特性を有するため、X 線イメージング検出器の高感度化に向け、有望な材料である[1]。近年、Ce と Tb を共添加することで、ガーネット系シンチレータの発光量が大幅に向上することが報告されている[2]。本研究では、Ce と Tb を共添加したガーネット系シンチレータの母材探索を目的とし、マイクロ引き下げ (μ -PD)法による単結晶育成および発光特性の評価を行った。さらに、有望な組成を選択し、チョクラルスキー (Cz)法を用いて 1 インチ径単結晶の育成を行った。この大型単結晶を用いて作製した X 線イメージング検出器の性能を、市販の Ce 添加 Lu₃Al₅O₁₂ (LuAG:Ce)シンチレータ等と比較した。

【実験方法】 出発材料として純度 99.99%の Lu₂O₃、Tb₄O₇、Gd₂O₃、CeO₂、Y₂O₃、Ga₂O₃、Al₂O₃ の原料粉末を使用した。3 種類の母材、Gd₃(Ga,Al)₅O₁₂ (GAGG)、Y₃(Ga,Al)₅O₁₂ (YAGG)、Lu₃(Ga,Al)₅O₁₂ (LuGAG)に対し、Ce と Tb を共添加した単結晶を μ -PD 法で育成した[3]。また、Cz 法を用いて (Gd_{0.835}Tb_{0.15}Ce_{0.015})₃Ga_{3.09}Al₂O₁₂ (GTAGG:Ce)組成で大型単結晶の育成を行った。

【結果・考察】 μ -PD 法によって透明な単結晶の育成に成功した (Fig. 1)。Ce³⁺の励起波長 430 nm で励起した場合のフォトルミネッセンス(PL)スペクトルより、Ce³⁺の 5d₁-4f 遷移に由来する緩やかなピークと、Tb³⁺の 4f-4f 遷移に由来する鋭いピークが同時に観察された (Fig. 2)。また、Ce³⁺に対する Tb³⁺の発光強度比、および Ce³⁺の発光波長に関して、母材元素のイオン半径に応じた系統的な変化が観察された。発光特性の詳細や GTAGG:Ce 結晶についての報告は当日紹介する。

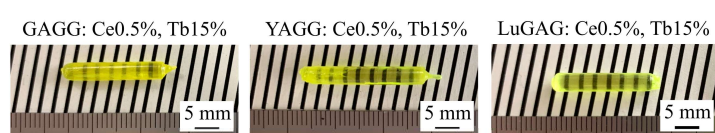


Fig. 1 Photograph of the grown crystals

【参考文献】

- [1] K. Kamada et al., Crst. Growth. Des., 10, 2011, 4247–4720.
[2] K. Omuro et al., J. Lumin., 273, 2024, 120663.
[3] A. Yoshikawa et al., Opt. Mater., 10, 2007, 6-10.

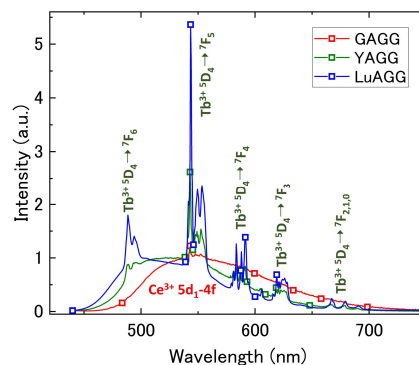


Fig. 2 Emission spectra in Ce, Tb co-doped crystals