

Mg 共添加 Ce:Lu₃(Ga,Al)₅O₁₂ シンチレータの作製と シンチレーション特性評価

Growth of alkali metal co-doped Ce:Lu₃(Ga,Al)₅O₁₂ scintillators and evaluation of
scintillation properties.

東北大金研¹, 東北大 NICHe², 株式会社 C&A³
山口 大聡^{1,○}, 鎌田圭^{2,3}, 庄子 育宏^{1,3}, 黒澤俊介^{1,2}, 横田有為², 大橋雄二¹, 吉川彰^{1,2,3}
Hiroaki Yamaguchi^{1,○}, Kei Kamada^{2,3}, Yasuhiro Shoji^{1,3}, Shunsuke Kurosawa^{1,2}, Yuui Yokota²,
Yuji Ohashi¹, Akira Yoshikawa^{1,2,3}
IMR, Tohoku Univ.¹, NICHe, Tohoku Univ.², C&A corp.³
Email : kamada@imr.tohoku.ac.jp

【研究の背景】放射線検出器は核医学診断装置のみならず、資源探査装置、空港手荷物検査機、素粒子・宇宙物理学、物流セキュリティ、地雷探査など広汎な分野において利用されており、その大部分はシンチレータが使用されている。これまでに、我々は、Ce:Lu₃Al₅O₁₂(LuAG)シンチレータに対し、Lu サイトの Gd 置換、Al サイトの Ga を検討し、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 40,000 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している[1]。さらに、Ce:LuAG に対し、2 価のアルカリ土類金属イオンを共添加することで、蛍光寿命を 50ns 程度まで短寿命化することを報告した[2,3]。今回、我々はマイクロ引下げ法 (μ -PD 法) により Mg 共添加 Ce:Lu₃(Ga,Al)₅O₁₂ (LGAG) 単結晶を作製し、組成分析およびシンチレーション特性評価を試みたので報告する。

【実験方法】高周波加熱型 μ -PD により単結晶作製を行った。シードとして $\langle 100 \rangle$ LuAG 結晶を用い、Ir 製の坩堝を用いた。さらに、WDX および ICP による組成分析、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、蛍光寿命測定を行った。

【結果と考察】Mg を 200ppm 共添加した Ce0.5%:LGAG について図 1 のとおり μ -PD 法により 4mm ϕ x20mmL 程度の単結晶を作製した。300nm 以下に電荷移動遷と思われる吸収の増加を確認し、蛍光寿命の短寿命化が確認された。 γ 線 (¹³⁷Cs) 励起による波高スペクトル測定の結果、Mg 共添加 Ce:Lu₃Ga₂Al₃O₁₂ 結晶は共添加無の結晶に対し約 300% の発光量を示し (図 2)、デジタルオシロスコープを用いた蛍光寿命測定の結果、蛍光寿命は共添加無で 51ns(71%)228ns(29%)、共添加で 47ns(100%) と短寿命化と長寿命成分の減少を確認した。Ga 置換量とシンチレーション特性に対する共添加効果の相関関係や結晶構造、組成分析等の評価結果については当日報告する。

[1] K. Kamada, et al. Cryst. Growth Des. 11, 4484 (2011)

[2] K. Kamada, A. Yoshikawa et al, Nucl. Instrum. Methods Phys Res. A 782 (2015) 9–12

[3] K. Kamada, A. Yoshikawa et al, Opt. Mater. 41(2015)63-66.

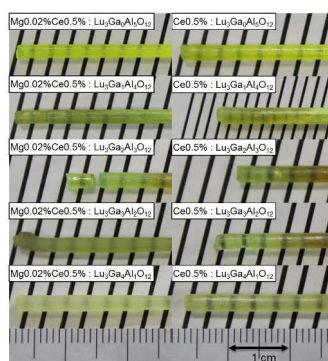


図 1 μ -PD 法作製 Mg,Ce:LGAG 単結晶の写真

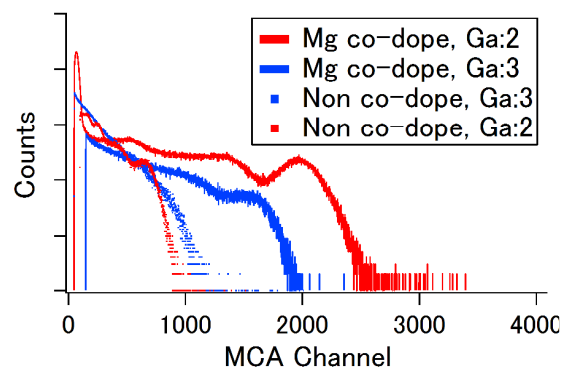


図 2 Mg,Ce:Lu₃Ga_{2.3}Al_{3.2}O₁₂ の波高スペクトル