

Ce: (Lu,Gd,Y)₃(Al,Ga)₅O₁₂ における結晶組成とシンチレータ特性の関係

Relationship between chemical composition and scintillation properties on

Ce: (Lu,Gd,Y)₃(Al,Ga)₅O₁₂ single Crystals

○鎌田圭¹, Petr Prusa², Martin Nikl², 遠藤貴範³, 堤浩輔³, 関真冬⁴, 黒澤俊介⁴, 横田有為¹,
庄子育宏⁴, 吉川彰^{1,4}

東北大・NICHe¹, チェコ物理研², 古河機械金属株³, 東北大・IMR⁴

○Kei Kamada¹, Petr Prusa², Martin Nikl², Takanori Endo³, Kousuke Tsutsumi³, Seki Mafuyu⁴,
Syunsuke Kurosawa⁴, Yuui Yokota¹, Yasuhiro Syouji⁴, Akira Yoshikawa^{1,4}

NICHe, Tohoku Univ.¹, Physics AS CR², Furukawa Co. Ltd³, IMR, Tohoku Univ.⁴

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 添加(Lu,Gd,Y)₃(Al,Ga)₅O₁₂ について、マイクロ引き下げ法 (μ-PD 法) による単結晶作製とシンチレーション特性評価を行った結果、Gd₃Al₂Ga₃O₁₂ 単結晶において、発光波長 520nm、蛍光寿命 90ns、発光量 47000photon/MeV の優れた特性を有する結晶組成を見出した[1,2]。今回、我々はチョクラスキー法 (Cz 法) により Ce 添加(Lu,Gd,Y)₃(Al,Ga)₅O₁₂ 単結晶を作製し、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 Cz 法により単結晶作製を行った。シードとして<100>LuAG 結晶を用い、坩堝及びアフターヒーター材料には Ir を用いた。組成分析は SEM-EDX にて行い、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、non-proportionality 評価も行った。

【結果と考察】Cz法によりCe1%添加(Lu,Gd,Y)₃(Al,Ga)₅O₁₂について結晶作製を行った。図 1 に作製結晶の例を示す。サーマルエッチングおよび酸化ガリウムの蒸発の影響により表面はざらついているものの、内部は緑色・黄色透明な単結晶が得られた。得られた結晶から3x3x1mmサイズに加工・研磨しサンプルを作製した。各種γ線源を用いたnon-proportionality評価を行ったところ、X 線励起による発光スペクトル及び蛍光寿命を測定したところ、Ce:Lu₂Y₁Al₂Ga₃O₁₂, Gd₃Al₂Ga₃O₁₂の組成で良い線形性が確認された。γ線(¹³⁷Cs)励起によるAPDを用いた発光量測定および光電子増倍管を用いた蛍光寿命を測定したところ、Ce:Lu₂Y₁Al₂Ga₃O₁₂は発光波長490nmにて22000photon/MeVの発光量を確認した。蛍光寿命は39nsであった。

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

[2] K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, et al, J. Phys. D: Appl. Phys. **44**, 505104 (2011)

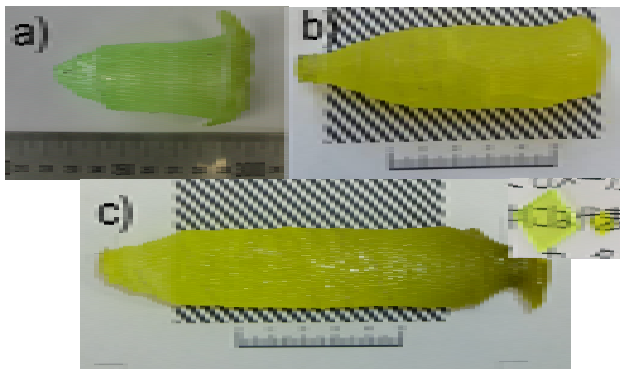


図 1 Cz 法作製 Ce 1 % 添加 a) Gd₁Lu₂Al₂Ga₃O₁₂, b) Gd₁Y₂Al_{1.5}Ga_{3.5}O₁₂, c) Lu₂Y₁Al₂Ga₃O₁₂ 単結晶の写真

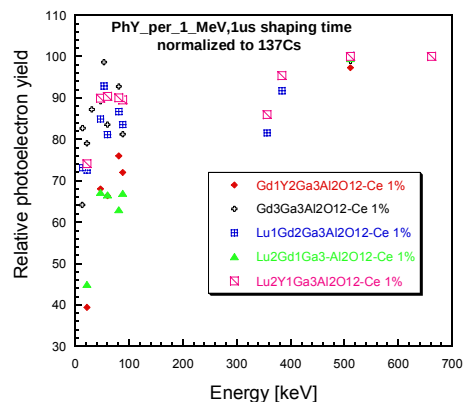


図 2 Ce 添加 (Lu,Gd,Y)₃(Al,Ga)₅O₁₂ 単結晶の non-proportionality