

Ce:添加 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ における 2 価希土類イオン共添加の シンチレータ特性に与える影響

Divalent ion Co-doping Effects on Luminescence and Scintillation Properties of Ce
doped $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ scintillator

○鎌田圭^{1,2}、名倉亜耶³、Nikl Martin⁴、黒澤俊介³、横田有為¹、庄子育宏^{2,3}、Pejchal Jan^{1,4}、
大橋 雄二³、吉川彰^{1,2,3}

東北大・NICHe¹、(株)C&A²、東北大・IMR³、チェコ物理研⁴

○Kei Kamada^{1,2}、Aya Nagura²、Martin Nikl²、Shunsuke Kurosawa⁴、Yuui Yokota¹、
Yasuhiro Shoji⁴、Jan Pejchal¹、Yuji Ohashi⁴、Akira Yoshikawa^{1,2,4}、
NICHe, Tohoku Univ.¹, C&A corporation², IMR, Tohoku Univ.³, Institute of Physics, AS CR⁴
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。Ce 添加 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (LuAG)は、密度 $6.7\text{g}/\text{cm}^3$ 、発光波長 500nm 、蛍光寿命 $60\text{--}80\text{ns}$ 、発光量 $12000\text{--}14000\text{ photon}/\text{MeV}$ と優れた特性を示す¹⁾ことから、主に高エネルギー物理用途での応用が期待されている。近年、Ce: Lu_2SiO_5 (LSO)、Ce: $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (LuAG)[2]などの系において、2 価希土類イオンの共添加により、 Ce^{4+} の特殊なエネルギー準位を形成し、発光量が増加し、蛍光寿命が短寿命化することが報告されている。本研究では、Ce:LuAG における、2 価希土類イオンの共添加のシンチレータ特性に与える影響について報告する

【実験方法】高周波加熱型マイクロ引下げ法 (μ -PD 法)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、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-WDX および ICP-AES 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、放射線耐性評価を行った。

【結果と考察】 μ -PD法によりMgおよびCaを100-3000ppm共添加したCe:LuAGについて結晶作製を行った。作製した結晶は全てにおいて内部に白濁が確認されず、黄色透明な結晶が得られた。 γ 線 (^{137}Cs)励起による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、共添加無しのCe:LuAG にくらべMg共添加により発光量は増加し、Mg500ppm添加では、約20000photon/MeVの発光量を示した。蛍光寿命は共添加を行っていないCe:LuAG が57.7nsであり、Mgを100ppm, 200ppm, 500ppm共添加したCe:LuAGでは、それぞれ46.1, 49.8 and 48.5nsであった。Mg共添加により、発光量は250%程度増加し、蛍光寿命が短寿命化されることを確認した。光学、発光特性、組成分析結果、放射線耐性評価等の詳細は当日報告する。

[1] M. Nikl, et al., Phys. Stat. Sol. B 181, R10-R12 (2000)

[2] H.E. Rothfuss, et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. 56 (3) (2009) 958–961.

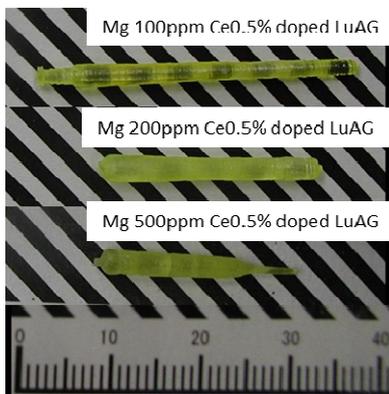


図 1 μ -PD 法作製 2 価希土類共添加 Ce:LuAG 単結晶の写真

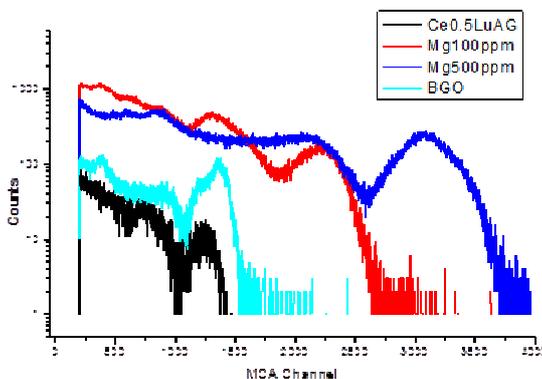


図 2 2 価希土類共添加 Ce:LuAG 単結晶のガンマ線励起エネルギースペクトル