

アルカリ金属元素を共添加した Eu:SrI₂ 結晶における シンチレーション特性

Scintillation properties on alkali metal element co-doped Eu:SrI₂ crystals

○伊藤 友樹¹, 横田 有為², 黒澤 俊介², Robert Kral³, 鎌田 圭^{2,4}, Jan Pejchal³,
大橋 雄二¹, 吉川 彰^{1,2,3}

(1. 東北大金研, 2. 東北大 NICHe, 3. チェコ物理研, 4. (株) C&A)

○Tomoki Ito¹, Yuui Yokota², Shunsuke Kurosawa², R. Kral^{1,3}, Kei Kamada^{2,4}, Jan Pejchal³,
Yuji Ohashi¹, Akira Yoshikawa^{1,2,4}

(1. IMR Tohoku Univ., 2. NICHe Tohoku Univ., 3. Institute of Physics ASCR, 4. C&A Corp.)

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

【背景】 ハロゲン化物単結晶は比較的狭いバンドギャップに起因する高い発光量と優れたエネルギー分解能を有する。中でも Eu 添加 SrI₂(Eu:SrI₂)結晶はγ線励起下で 80,000 ph/MeV 程度の発光量に加え、約 3%(662keV)のエネルギー分解能を合わせ持つことから、次世代の放射線検出器への応用が期待されている。また、放射線のエネルギーに対する発光量の線形性に関して、Eu:SrI₂結晶は優れていることが報告されている。一方、他のハロゲン化物結晶である CeBr₃ 結晶においてアルカリ金属を添加することで線形性が向上したという報告がある^[1]。そこで、本研究ではアルカリ金属元素である Na および K を共添加した Eu:SrI₂ 結晶を作製し、そのシンチレーション特性を調べることで、Eu:SrI₂ 結晶のシンチレーション特性におけるアルカリ金属元素共添加効果を明らかにすることを目的とした。

【実験方法】 出発原料として SrI₂(>4N)、EuI₂(>5N)、NaI(>4N)および KI(>4N)粉末を用い、グローボックス内で仕込組成{(Sr_{1-x}A_x)_{0.925}Eu_{0.075}}I₂ (A = Na, K, x = 0, 0.005, 0.01, 0.05)の各混合粉末を作製し、改良型マイクロ引き下げ(μ-PD)法により結晶育成を行った。得られた結晶は、粉末 X 線回折測定および発光分光分析法(ICP 法)による相同定および組成分析を行った。さらに、光学特性・放射線応答の評価用に育成結晶を 100%合成油中で研磨し、紫外線励起下での励起・発光スペクトル、ガンマ線(¹³⁷Cs)励起下での発光量および蛍光寿命を測定した。また ²²Na、⁵⁴Mn、⁶⁰Co、¹³³Ba、¹³⁷Cs、および ¹⁵²Eu の線源を用いて線形性の測定を行った。

【結果】 図 1 に改良型 μ-PD 法により作製した{(Sr_{1-x}A_x)_{0.925}Eu_{0.075}}I₂ 結晶の as-grown および研磨試料を示す。K および Na を 0.5, 1% 共添加した Eu:SrI₂ 結晶では、無色透明な研磨試料が得られ、粉末 XRD 測定の結果からも SrI₂ 構造の単相であることが確認できた。一方、K および Na を 5% 共添加した結晶では、結晶内に白濁が見られ、粉末 XRD 測定の結果から異相が析出していることが明らかとなった。透明な結晶が得られた K および Na 1.0% 共添加 Eu:SrI₂ 結晶では、共添加していない Eu:SrI₂ 結晶に比べて、低エネルギー域(<200 keV)での線形性(Non-proportionality response)の向上が見られた(図 2)。詳細な結晶育成および物性測定の結果に関して、当日報告する。

【参考文献】 1) F.G.A Quarati, *et al.*, Nucl. Instrum. Methods A, **735** (2014) 655-658.

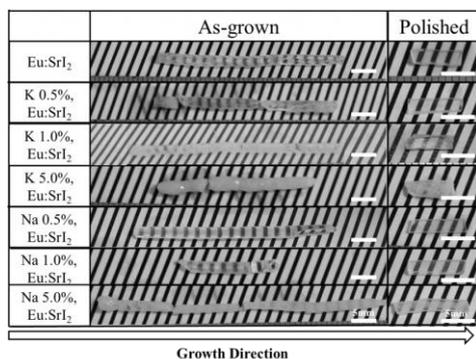


図 1. 改良型 μ-PD 法により育成した{(Sr_{1-x}A_x)_{0.925}Eu_{0.075}}I₂ 結晶。

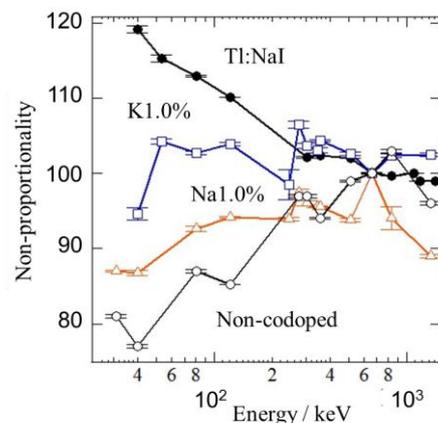


図 2. Eu:SrI₂、K および Na 1.0% 共添加 Eu:SrI₂ 結晶の線形性(Non-proportionality response)。