

希土類共添加 Eu:SrI₂ 単結晶の作製とシンチレーション特性評価Single Crystal Growth and Characterization of Scintillation Properties for RE Co-doped Eu:SrI₂東北大金研¹, 東北大 NICHe²○西本けい¹, 横田有為², 黒澤俊介^{1,2}, 鎌田圭², 吉川彰^{1,2}IMR, Tohoku Univ.¹, NICHe, Tohoku Univ.²,

Email: nishimotokei0909@imr.tohoku.ac.jp

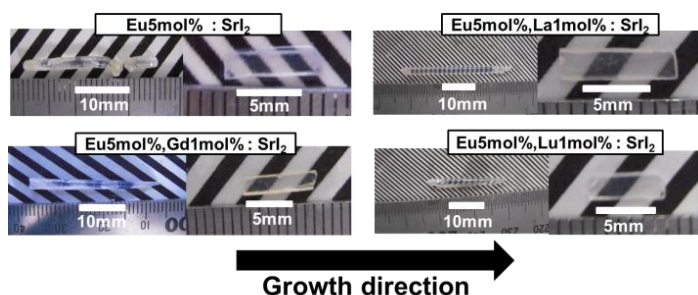
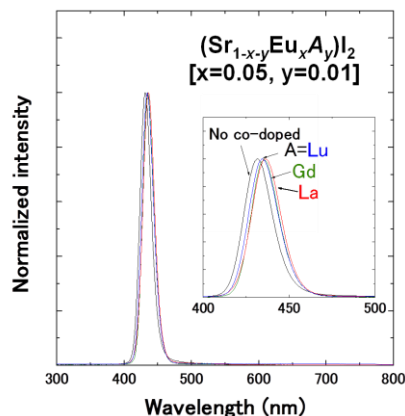
[背景・目的] シンチレータ結晶は、放射線を利用した医学用イメージング、ホームランドセキュリティ、天文学等の多くの分野で応用されており、その発光量及びエネルギー分解能は、放射線に対する感度や画像解像度等に影響するため、長年その改善に関する研究が行われてきた。近年、狭いバンドギャップに起因する高発光量・高エネルギー分解能ハロゲン化物シンチレータ結晶が注目を集め、特に Eu:SrI₂ 結晶はガンマ線に対して 80,000 ph/MeV 以上の発光量、3%台のエネルギー分解能を示すことから世界中で精力的に研究が行われている。しかし、Eu:SrI₂ 結晶は高い吸湿性を示すことから、これまで密封型ブリッジマン法等の限られた方法でしか単結晶育成が行われていない。

そこで、我々はチャンバー着脱型マイクロ引き下げ(μ -PD)法を独自で開発し、Eu:SrI₂ 結晶の Eu 添加濃度の最適化を行うことで発光量、エネルギー分解能の改善に成功した[1]。しかし、Eu:SrI₂ 結晶は、I サイトにおける O²⁻の不純物や陽イオン空孔が結晶内に存在した場合、電気的中性条件により、発光中心として添加した Eu²⁺が容易に Eu³⁺に変化する。Eu³⁺はシンチレータで必要とされる短蛍光寿命の発光に寄与しないため、Eu³⁺の増加は発光量の低下を意味する。そこで本研究では、発光に寄与しない三価の希土類イオンを共添加することによって Eu³⁺の増加を抑制し、シンチレーション特性を向上させることを企図した。

[実験方法] チャンバー着脱型 μ -PD 装置を用いて、希土類共添加 Eu:SrI₂ 単結晶の作製を行った。出発原料として SrI₂(4N), EuI₂(3N), LaI₃(3N), GdI₃(3N), LuI₃(3N)を用い、グローブボックス中で(Sr_{1-x-y}Eu_xA_y)I₂; x = 0.05, 0.75, y = 0.01, 0.05, 0.1 (A = La, Gd, または Lu) となるよう秤量・混合し、高純度 Ar(>99.9999%)ガス中でカーボン坩堝を用いて結晶育成を行った。得られた試料は、粉末 XRD 測定、ラジオルミネッセンス測定、ガンマ線(¹³⁷Cs)照射による放射線応答評価を行った。

[結果] 育成した希土類元素共添加 Eu:SrI₂ 単結晶を図 1 に示す。全ての組成においてクラックのない透明な単結晶が得られた(図 1)。切断・研磨した希土類元素共添加 Eu:SrI₂ 結晶のラジオルミネッセンス測定では、約 430 nm に Eu²⁺ の 5d-4f 遷移に伴う発光ピークが見られたが、希土類共添加によりピークが長波長側にシフトする傾向が見られた(図 2)。育成した結晶の結晶構造、発光量、エネルギー分解能等は当日報告する。

[1]西本、横田、吉川 他, 第 73 回応用物理学会学術講演会

図 1. 育成した希土類共添加 Eu:SrI₂ 単結晶。図 2. 希土類共添加 Eu:SrI₂ 結晶の X 線励起ラジオルミネッセンス。