

Eu 添加 SrI₂ バルク単結晶の作製とシンチレーション特性Growth and Scintillation Properties of Eu:SrI₂ bulk crystals

東北大 NICHe¹, 東北大金研², C&A³, WES⁴, 京大理⁵ 横田 有為¹, 黒澤 俊介², 庄子 育宏^{2,3},

早坂 将輝³, 柳田 祥男⁴, 窪 秀利⁵, Jan Pejchal¹, 大橋 雄二², 鎌田 圭^{1,3}, 吉川 彰^{1,2,3}

NICHe, Tohoku Univ.¹, IMR, Tohoku Univ.², C&A³, WES⁴, Kyoto Univ.⁵ Yuui Yokota¹, Shunsuke

Kurosawa², Yasuhiro Shoji^{2,3}, Shoki Hayasaka³, Yoshio Yanagida⁴, Hidetoshi Kubo⁵, Jan Pejchal¹,

Yuji Ohashi², Kei Kamada^{1,3}, Akira Yoshikawa^{1,2,3}

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

[緒言] 狭いバンド幅に起因した高いシンチレーション特性を示すハロゲン化物シンチレータの中で、Eu 添加 SrI₂ [Eu:SrI₂]シンチレータ結晶は、特に高い発光量とエネルギー分解能により、実用化に近い次世代シンチレータ材料として注目を集めている。我々も改良型マイクロ引き下げ (μ -PD)法を用いたファイバー状の Eu:SrI₂ 結晶や高周波誘導加熱方式の垂直ブリッジマン(VB)法を用いた 1 インチ径 Eu:SrI₂ 結晶の開発を行ってきており、前回の報告では 1 インチ径 Eu:SrI₂ 単結晶の作製とそのシンチレーション特性に関して発表した[1]。しかし、1 インチ径 Eu7.5%:SrI₂ 単結晶では 85,000 ph/MeV もの高い発光量を示したものの、エネルギー分解能は 5~6%となり、ファイバー状結晶に比べて低下する傾向を示した。そのエネルギー分解能の低下は、大口径化による自己吸収の増加による影響であると予想し、本研究では Eu 濃度を変えた 1 インチ径 Eu:SrI₂ 単結晶を作製し、シンチレーション特性の Eu 濃度依存性を調べた。さらに、当該結晶材料の量産化には、さらなる結晶の大口径化技術の開発が必要であることから、VB 法を用いた 2 インチ径 Eu:SrI₂ 単結晶の作製も行ったため、その結晶作製と特性評価に関しても合わせて報告する。

[実験方法] EuI₂ (>3N), SrI₂ (>4N)の原料粉末を(Sr_{1-x}Eu_x)I₂ $x = 0.02, 0.03$ の仕込組成でグローブボックス内で秤量、混合し、高周波誘導加熱方式 VB 法による結晶育成を行った。結晶育成には、内径 1 インチもしくは 2 インチのカーボン坩堝を使用し、高周波誘導加熱により坩堝を直接加熱し、坩堝内混合原料を熔融した後、Ar 中で結晶育成を行った。種結晶として μ -PD 法で作製した SrI₂ 結晶を用いた。結晶作製後の単結晶は、粉末 XRD による相の同定、X 線による励起スペクトル測定、およびガンマ線照射下におけるシンチレーション特性評価を行った。

[結果] 高周波誘導加熱方式 VB 法による結晶育成により、図 1(a)に示すような 1 インチ径 Eu3%:SrI₂ 単結晶の作製に成功した。内部に僅かなクラックが確認されたものの、ほぼ全域で単結晶化していることが確認できた。作製した 1 インチ径結晶は、グローブボックス内で切断・研磨を行った後、図 1(b)のように封管を行った。封管した 1 インチ径 Eu3%:SrI₂ 単結晶の ¹³⁷Cs 密封線源を用いたガンマ線励起下での波高値スペクトルを図 2 に示した。この結果から、封管した 1 インチ径 Eu3%:SrI₂ 単結晶の発光量が 78,000 ph/MeV、エネルギー分解能が 4.4%であることが分かり、Eu 濃度を低下させることで多少発光量が低下するものの、エネルギー分解能が向上したことが明らかとなった。他の評価結果及び 2 インチ径 Eu:SrI₂ 単結晶の作製・評価に関しては当日報告する。

[1] 横田、吉川他 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会。

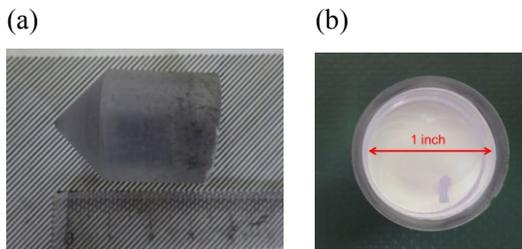


図 1. (a)作製した 1 インチ径 Eu3%:SrI₂ 結晶 および(b)その封管試料。

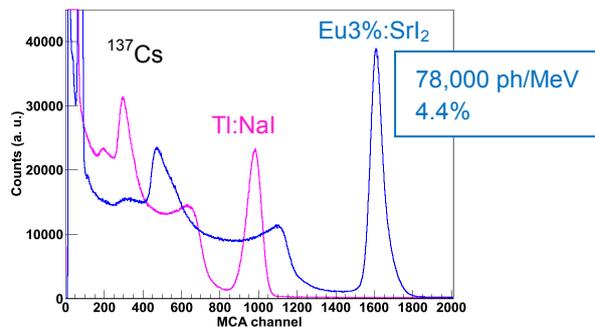


図 2. 1 インチ径 Eu3%:SrI₂ 封管試料のガンマ線励起下での波高値スペクトル