

マイクロ引き下げ法を用いた CeBr_3 結晶の育成における 育成条件の改善と Pr 添加効果

Effects of Pr Doping and the Improvement of the Crystal growth of CeBr_3 Crystals by the Micro-Pulling-Down Method

○伊藤 友樹¹, 横田 有為², 黒澤 俊介^{1,2}, Pejchal Jan^{2,4}, 大橋 雄二¹, 鎌田 圭^{2,3},
吉川 彰^{1,2,3}(1. 東北大金研, 2. 東北大 NICHe, 3. C&A, 4. チェコ物理研)

○Tomoki Ito¹, Yuui Yokota², Shunsuke Kurosawa^{1,2}, Jan Pejchal^{2,4}, Yuji Ohashi¹, Kei Kamada^{2,3},
Akira Yoshikawa^{1,2,3}

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

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

【背景】ハロゲン化物単結晶は狭いバンドギャップに起因する高い発光量・高いエネルギー分解能 (ER) を示すことから、優れたシンチレータ材料として次世代の放射線検出器への搭載が期待されている。これまで、 PrBr_3 に Ce を添加することで発光量が低下するものの、蛍光寿命が短くなることが報告されている¹⁾ことから、我々は高い発光量を維持しながら CeBr_3 の短寿命化を達成するべく、ハロゲン化物単結晶の育成に対応した改良型 μ -PD 法²⁾を用いて Pr: CeBr_3 の育成に取り組んできた。前回の報告では、育成した Pr: CeBr_3 結晶は不透明部分やクラックを有したため、発光量は報告値よりも小さく、蛍光寿命は大きな割合の低速成分を有していた³⁾。そこで今回は、温度勾配に大きく影響するアフターヒーターに着目し、形状が異なるアフターヒーターを用いることで、改良型 μ -PD 法における最適な結晶育成条件を探索した。さらに、本研究では温度勾配が結晶育成に与える影響および最適条件で育成した Pr: CeBr_3 結晶における Pr 添加効果を調べた。

【実験方法】出発原料として CeBr_3 (>3N) および PrBr_3 (>4N) 粉末を用い、グローボックス内で仕込組成 $(\text{Ce}_{1-x}\text{Pr}_x)\text{Br}_3$, $x = 0, 0.01, 0.05, 0.10$ の各混合粉末を作製した。その混合粉末をカーボン坩堝に充填し、形状の異なるアフターヒーターを用いた改良型 μ -PD 法により Ar 雰囲気中で結晶育成を行った。得られた結晶は、粉末 X 線回折測定による相同定、ICP 分析による組成分析を行った。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、ガンマ線励起下での発光量および蛍光寿命を測定した。

【結果】形状が異なるアフターヒーターを用いた改良型 μ -PD 法による結晶育成の結果、メニスカス付近で温度勾配が大きい際に、結晶育成中のメニスカス幅の安定性が向上し、クラックが少ない Pr: CeBr_3 結晶を得ることに成功した。図 1 に育成条件の改善前および改善後の Pr 1mol%: CeBr_3 結晶の写真を示す。クラックが全くなく透明度が高い結晶を得た。図 2 に改善前と改善後の条件で育成した結晶の発光値スペクトルを示す。育成条件の改善により発光量の大幅な増加および蛍光寿命における第二成分割合の減少が見られた。詳細な物性測定の結果に関しては当日報告する。

1) Y. Yokota, *et.al.*, J. Cryst. Growth, **318** (2011) 908-911

2) M.D.Birowosuto, *et.al.*, IEEE Trans. Nucl. Sci., **53**(2006)3028-3030

3) 伊藤、吉川他 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会

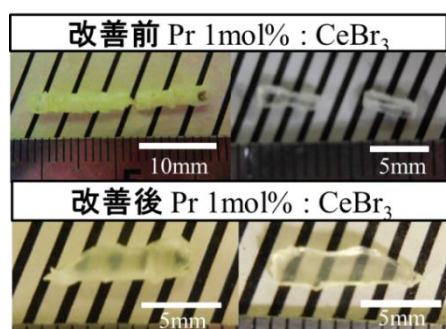


図 1. 改良型 μ -PD 法で作製した育成条件改善前後の Pr: CeBr_3 結晶。

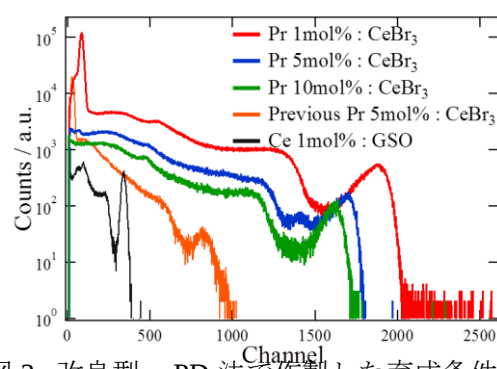


図 2. 改良型 μ -PD 法で作製した育成条件改善前後の Pr: CeBr_3 結晶の発光値スペクトル。