

## Mo ルツボを用いた Edge defined Film Fed Growth 法によるシンチレータ単結晶作製技術の開発

### Development of shaped single crystal growth technique on scintillators by Edge defined Film Fed Growth method using Mo crucibles

東北大 NICHe<sup>1</sup>, 株式会社C&A<sup>2</sup>, アダマント並木精密宝石<sup>3</sup>、東北大金研<sup>4</sup>、山形大理<sup>5</sup>  
 ○鎌田圭<sup>1,2</sup>, 古滝敏郎<sup>3</sup>、宮崎真行<sup>3</sup>、吉野将生<sup>2,4</sup>、山路晃弘<sup>4</sup>、黒澤俊介<sup>1,5</sup>、庄子育宏<sup>2,4</sup>、横田有為<sup>1</sup>、大橋雄二<sup>4</sup>、吉川彰<sup>1,2,4</sup>  
 ○Kei Kamada<sup>1,2</sup>, Toshiro Kotaki<sup>3</sup>, Masayuki Miyazaki<sup>3</sup>, Masao Yoshino<sup>4</sup>, Akihiro Yamaji<sup>4</sup>, Yasuhiro Shoji<sup>2,4</sup>, Shunsuke Kurosawa<sup>4,5</sup>, Yuui Yokota<sup>1</sup>, Yuji Ohashi<sup>1</sup>, Akira Yoshikawa<sup>1,2,4</sup>  
 NICHe, Tohoku Univ.<sup>1</sup>, C&A corp.<sup>2</sup>, Adamant Namiki Precision Jewel Co., Ltd<sup>3</sup>, IMR, Tohoku Univ.<sup>4</sup>, Yamagata Univ.<sup>5</sup>

Email : kamada@imr.tohoku.ac.jp

**【研究の背景】**シンチレータの応用分野はエネルギー、医療、工業、農業等、多岐に渡り、トータルシステムで 9.8 兆円、シンチレータで 1400 億円という多大な市場規模を有する。シンチレータ応用には化学的安定性の高い酸化物単結晶が広く応用されており、代表的な酸化物シンチレータとしては、Ce:Lu<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (LuAG)、Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (YAG)、YAlO<sub>3</sub> (YAP)、(Lu,Y)AlO<sub>3</sub> (LuYAP) などアルミニウム系や、Ce:(La,Gd)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (La-GPS)、Ce:(Lu,Y)<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> (LYSO) などのシリケート系、Ce:Gd<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Ga<sub>3</sub>O<sub>12</sub> (GAGG)[1]のガリウム含有ガーネットが各種応用に用いられている。2000°C 付近に融点を有する酸化物シンチレータでは、Ir ルツボを用いるチョクラルスキー (Cz) 法により製造されている。近年、Ir 金属価格の高騰や、製造後の Ir ルツボの消耗、変形による、Ir ルツボ単体および修繕コストの増加が製造上の課題となっている。また、特に高価な酸化物原料である Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含有するシンチレータでは、Cz 法製造時の残メルト廃棄が原料コストを圧迫する課題もある。本研究では、酸化物シンチレータの製造コスト低減を目指し、金属価格が 2 ケタ安価な Mo ルツボ、ダイを用いた Edge defined Film Fed Growth (EFG) 法による、形状制御マルチ単結晶育成技術の開発を行ったので報告する。

**【実験方法】**Ce:LuAG, YAG, YAP, La-GPS, LYSO, YSO, GAGG 各酸化物シンチレータにおいて各種粉末原料を調合し、Ar 雰囲気化でカーボンヒーター抵抗加熱式 EFG 結晶作製装置を用い、Mo ルツボとの反応性試験、接触角確認の後、結晶作製を行った。さらに、SEM/EDX による相観察、組成分析、粉末 XRD による相同定、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、蛍光寿命測定を行った。

**【結果と考察】**Ceを添加した、LuAG, YAG, YAP, La-GPS, LYSO, YSO, GAGG各酸化物シンチレータにおいて、10x10x30mmのモリブデンポートをを用い、ルツボ金属と各メルトとの反応性試験を行った。さらに、Moダイを用いたメルトとの接触角を観察した後、1x1~10x10mm程度の角柱状結晶、1x10~25mm程度の板状結晶の作製を目指した各種Moダイを設計製作し、結晶作製を行った。一例として、マルチEFG法により作製した板状のCe:LuAG単結晶写真を図1に示す。他の酸化物シンチレータの検討結果、粉末XRDによる相同定や発光、シンチレータ特性評価結果の詳細については当日報告する。

[1] K. Kamada, et al. Cryst. Growth Des. **11**, 4484 (2011)

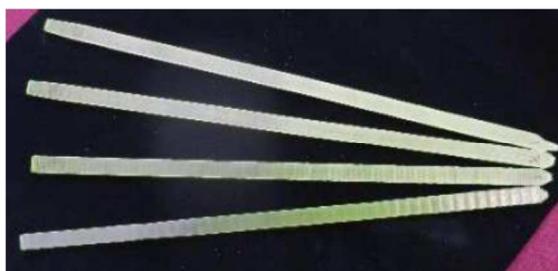


図 1. 育成した板状の Ce:LuAG 単結晶