

融液成長法を用いた大口径単結晶育成技術の開発とその応用 ～大学発ベンチャーの挑戦～

Development of Melt Growth Technology for Large Diameter Single Crystals
and Its applications

～Challenge as an Academic Start-up～

○庄子育宏^{1,3}, Vladimir Kochurikhin¹, 鎌田圭^{1,3}, 吉川彰^{1,2,3}

(1.株式会社 C&A, 2.東北大金研, 3. 東北大 NICHe,)

○Yasuhiro Shoji¹, Vladimir Kochurikhin¹, Kei Kamada^{1,3}, Akira Yoshikawa^{1,2,3}

(1. C&A corporation, 2. IMR Tohoku Univ, 3. NICHe Tohoku Univ)

E-mail: y_shoji@c-and-a.jp

【はじめに】

我々の社会生活を支えるデバイスとして、放射線検出器は、核医学やセキュリティ、原子炉放射線モニタリング等、広域な分野に応用されており、主要部品となるシンチレータ結晶には常に高性能化と安定供給が求められている。(株)C&Aは東北大発ベンチャーとして、東北大の成果の社会実装に取り組んでいる。本講演では、我々が大口徑化技術開発や量産技術開発に取り組んだものの中で、特に多くの課題に直面した①ブリッジマン法による潮解性を有する $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ 単結晶[1,2]と、②チョクラルスキー法による GAGG(Ce)系($\text{Ce:Gd}_3(\text{Al,Ga})_5\text{O}_{12}$)単結晶[3]における具体的な課題と解決法について紹介する。

【結晶量産技術開発】

石英封止型垂直ブリッジマン(VB)法は、非常に吸湿性が高い結晶を育成する手法として有効ではあるが、アンプルサイズに制約が想定されるため、大口徑化には障壁になると考えられる。そこで我々は、東北大で開発されたカーボンるつぼを用いた脱着可能な育成チャンバーを有するVB法をベースに、自社製作の結晶育成装置を開発し、直径2インチ、長さ4インチの $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ 単結晶を育成した。カーボンるつぼを用いる利点として、(1)石英アンプルを使用する際のような封止プロセスを必要としないため、大口徑の結晶成長に適している。(2)カーボンるつぼは、高周波誘導加熱により直に加熱が可能のため、温度勾配の制御が容易である。(3)カーボンるつぼは、溶融物から酸素と水分を除去するスカベンジ効果が望めるといった点が挙げられる。育成条件を最適化する事で高品質な2インチ径の $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ のバルク単結晶育成技術の確立に成功した。

また、GAGG単結晶は、環境測定用の線量計やコンプトンカメラ等に搭載されるなど、各分野で普及が進んでいる。一方で、我々はこれまでにホストの Ga_2O_3 と Al_2O_3 比を調整する事で、エネルギー分解能を向上させたHR-GAGG、共添加により減衰時間を高速化させたGFAGについて報告してきたが、これらのシンチレータ結晶の本格的な実用化が必要とされる単結晶の安定供給のため、チョクラルスキー法による量産技術開発を行い、4インチ径のGAGG単結晶育成技術の確立に成功した。

Reference

- [1] Y. Yokota, A. Yoshikawa et al., Growth of Eu: SrI_2 bulk crystals and their scintillation properties. *J. Cryst. Growth* 401(2014)343–346.
- [2] Y. Shoji, A. Yoshikawa et al., Growth and Scintillation Properties of Two Inch-Diameter $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ Single, *Crystals. Cryst. Growth Des.* 18 (2018) 3747–3752.
- [3] V. Kochurikhin, Y. Shoji, K. Kamada, A. Yoshikawa et al., Czochralski growth of 4-inch diameter Ce: $\text{Gd}_3(\text{Al,Ga})_5\text{O}_{12}$ single crystals for scintillator applications. *J. Cryst. Growth* 531 (2020) DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2019.125384



図1. 2インチ径 $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ 単結晶



図2. 4インチ径 GAGG 単結晶