

昇温結晶化法により作製したヨウ化物シンチレータの研究 Study of iodide scintillators grown by using an inverse temperature crystallization technique

○藤本 裕、越水 正典、浅井 圭介 (東北大院工)

○Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, and Keisuke Asai (Tohoku Univ.)

E-mail: fuji-you@qpc.che.tohoku.ac.jp

【緒言】放射線をリアルタイムで計測する技術の一つに、シンチレーション検出器が挙げられる。当該検出器は、放射線を低エネルギー光子に変換するシンチレータとその光子を受光する微弱光センサで構成される。そのため、検出器デバイスの性能はもちろん、製造コストも上記2つに依存していることになる。特に、シンチレータの製造コストについては、対象となる化合物の組成や形態、合成法により、大きく異なる。NaI:Tl や CsI:Tl シンチレータは、優れた特性に加え、大型化技術の確立による低コスト化も幸いして、今日まで、サーベイメータや X 線 CT 機器に利用されている。一方、同じハライド系シンチレータの LaBr₃:Ce や SrI₂:Eu、CeBr₃ は、両者を凌駕する特性を有するが、原料費の高騰や合成から加工、パッケージングなど製造上のコスト高により、広く普及しているとは言い難い。近年の新材料開発においても、ハライド系シンチレータを中心に行われているが、結局のところ、製造コストの課題が解決されなければ、同じ道を辿ることが予想される。そこで我々は、ハライド系シンチレータの低コスト化に向けた第一歩として、まず、従来の合成法を見直すことを検討している。本研究では、150°C以下で、駆動系など大型な装置を用いず、シンチレータ合成が期待できる低温溶液法に着目し、その応用可能性について検証した。

【実験内容と結果】本研究では、溶液法の中でも昇温結晶化法を用いて、無添加及びタリウム添加ヨウ化セシウム結晶の合成を行う。溶質となる出発原料には、CsI(3N)及び TlI(5N)粉末を使用し、また、溶媒にはジメチルスルホキシド(DMSO)を使用した。DMSO 溶液中の溶質濃度は、2.0 M を選択した。この DMSO 飽和溶液の入ったスクリー管瓶をオイルバス内にて 80–100°Cまで加熱・保持した。CsI は温度上昇とともに DMSO に対する溶解度が低下することから、過飽和状態となり、結晶成長が行われる^[1]。図 1 に、合成した結晶の外観と X 線励起シンチレーションスペクトルを示す。一般に、溶液からの結晶成長は、融液成長と比べて、界面の異方性が強く、多面体結晶が現れやすい。本研究により得られた結晶においても、合成条件に伴う過飽和度に依存した各結晶面での成長が生じていることが伺える。また、スペクトルにおいては、Tl⁺の s-p 遷移に起因した発光帯が 550 nm 付近に確認できることから、溶液成長においても、添加されたタリウムが結晶中に固溶し、発光中心として機能していることが示された。

[1] W. Wang et al., Cryst. Growth Des., 20, (2020) 3474–3481.

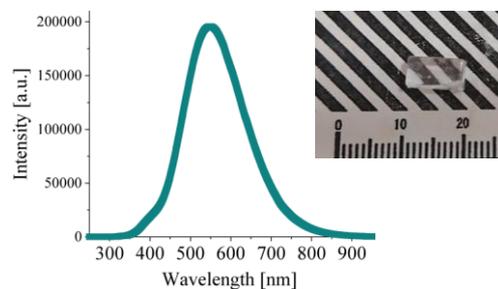


Figure 1. Appearance and scintillation spectrum of as-grown CsI:Tl crystal.