

BaCl₂/NaCl/KCl 系共晶体の作製と発光特性評価
Growth and scintillation properties of BaCl₂/NaCl/KCl
eutectics for radiation imaging applications.

東北大金研¹, 東北大 NICHe², C&A³,

○瀧澤 優威¹, 鎌田 圭^{2,3}, Kyoung Jin Kim², 吉野将生¹, 山路晃広², 黒澤俊介^{1,2}, 横田有為¹,
 佐藤浩樹², 豊田智史², 大橋雄二², 花田貴¹, Vladimir. V. Kochurikhin³, 吉川 彰^{1,2,3}

IMR Tohoku Univ.¹, NICHe Tohoku Univ.², C&A³

○Yui Takizawa¹, Kei Kamada^{2,3}, Naoko Kutsuzawa³, Masao Yoshino¹, Akihiro Yamaji², Shunsuke
 Kurosawa², Yuui Yokota¹, Hiroki Sato², Satoshi Toyoda², Yuji Ohashi², Takashi Hanada¹,

Vladimir. V. Kochurikhin³, Akira Yoshikawa^{1,2,3}

E-mail: yui.tacky@imr.tohoku.ac.jp

【緒言】X線イメージング装置では、100 μm 厚程度の Tb:Gd₂O₂S 焼結体板や Tl:CsI ウィスカー板をシンチレータとし、数 μm の解像度を有する光検出器と組み合わせることでイメージングを行っている。我々の研究グループでは、光導波型の共晶体構造を利用することで X 線イメージングの分解能を改善する技術を提案してきた[1]。結晶育成方向に柱状に結晶成長させた共晶体シンチレータにおいて、相同土で大きな屈折率差が存在するとき、シンチレーション光が屈折率の高い相の内部を全反射し、シンチレーション光の分散を抑え、高い空間分解能につながる[2]。また前回の秋季応用物理学会では、三元系の共晶体である Tl 添加 CsI/CsCl/NaCl シンチレータにおいて、各相が柱状に結晶成長し、シンチレータ相である CsI 相が光導波する様子を報告した[3]。今回は、BaCl₂ を発光相として、共晶体シンチレータの探索を行い、三元系の BaCl₂/NaCl/KCl 共晶体について検討を行ったので報告する。

【実験方法】純度 99.9% の BaCl₂, NaCl, KCl 粉末を三元系共晶体組成となるように秤量し、内径 4mm の石英アンプル中に真空封入した。作製したアンプルに関しては、高周波誘導加熱炉と Pt ヒーターを用い、0.2, 0.5mm/min などの各速度で垂直ブリッジマン法により結晶成長を行った。育成結晶を、育成方向に対し、垂直および平行に切断、研磨を行い、SEM, XRD による共晶組織の観察を行った。さらに、X 線励起による発光スペクトル等の発光特性の評価も行った。

【結果・考察】0.01 mm/min の速度で成長した BaCl₂/NaCl/KCl 共晶体の写真を図 1 に、断面および育成方法の反射電子像を図 2 に示した。白色相が Ba, Cl、黒色相で Na, K, Cl の存在を確認した。粉末 XRD による分析の結果、BaCl₂、NaCl、KCl の 3 相が確認されたが、反射電子像では黒色相として予想される NaCl、KCl が明瞭に分離できなかったと考えられる。BaCl₂、KI、KCl 相が結晶育成方向に不定形の多角柱状に成長し、5~8 μm 断面サイズ x 50~100 μm 長程度の相分離型共晶体構造を示した。図 3 に本研究の BaCl₂/NaCl/KCl 共晶体の構造の模式図を示す。ここで、各相の屈折率は BaCl₂>NaCl≒KCl の順に大きいため、BaCl₂ 相で生じるシンチレーション光の、隣接する NaCl と KCl 相への拡散を抑えることが可能となる。当日は育成速度と共晶体のファイバー径、周期の変化に加えて、ノンドープ、Tb 添加による、発光波長の変化について報告する。

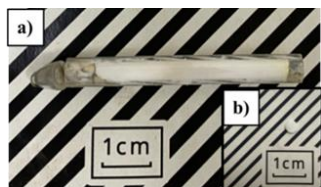


図 1 a)育成結晶
b)切り出し結晶の写真

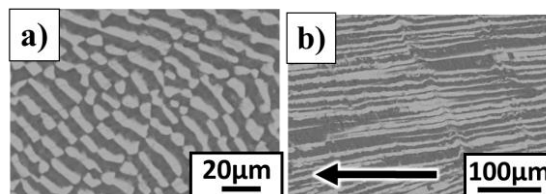


図 2 a)断面方向および b)育成方向の反射電子像
(黒色相:NaCl & KCl, 白色相:BaCl₂)

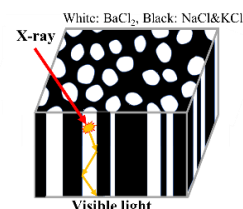


図 3 共晶体シンチレータの模式図

【参考文献】

- [1]Y. Ohashi, et al. Appl. Phys. Lett., vol. 102, no. 5, pp. 1-5, 2013.
 [2]K. Kamada, et al. Ieee Trans. Nucl. Sci. vol. 65, no.8, pp. 2036-2040, 2018.
 [3]Y. Takizawa, et al. Jpn. J. Appl. Phys., vol. 60, 2021.