

YAl₃(BO₃)₄ 単結晶の光学及びシンチレーション特性

Optical and scintillation properties of YAl₃(BO₃)₄ single crystal

°藤本 裕¹、越水 正典¹、渡辺 賢一²、宮本 晃男³、浅井 圭介¹

(1. 東北大院工、2. 九州大、3. オキサイド)

°Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu¹, Kenichi Watanabe², Akio Miyamoto³, and Keisuke Asai¹

(1. Tohoku Univ., 2. Kyushu Univ., 3. OXIDE)

E-mail: yutaka.fujimoto.c3@tohoku.ac.jp

【緒言】 中性子検出器の応用はセキュリティ機器や資源探査をはじめ、原子炉内の中性子束のモニタリングやホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) といった医療応用、中性子回折を用いた学術研究、燃料電池内部の水分検査など、急激に拡大している。その一方で、これまで検出器に用いられていたヘリウム 3 は米国の 9.11 同時多発テロ以降、セキュリティ需要の高まりにより価格が高騰している。その一つの要因として、ヘリウム 3 はトリチウムの崩壊により生成され、これまでは水爆実験などの副産物として得られていたが、近年、供給国である米国が水爆実験を実質禁止しているため、新たな供給の見込みが立っていないことが挙げられる。このような実情に対して、ヘリウム 3 代替となる中性子検出器の開発が世界的に行われ、特に大きな中性子捕獲断面積を有するリチウム 6 を含有したシンチレータが複数製品化されている。しかし、そのリチウム 6 も、昨今の EV 用リチウム電池市場の拡大により、今後、原料価格が益々高騰していくことが予想される。そこで我々は、中性子検出器における第三の選択肢として、リチウム 6 より中性子捕獲断面積が大きく、天然存在比も大きいボロン 10 を含有したホウ酸化物シンチレータの開発を着想した。本研究では、近赤外レーザの母材料としても古くから知られる YAl₃(BO₃)₄ 単結晶に着目し、その光学及びシンチレーション特性について調査した。

【実験内容と結果】 物性評価には、オキサイド社製の無添加 YAl₃(BO₃)₄ 単結晶を使用した。発光特性とその起源の調査のため、真空紫外域励起スペクトル及び蛍光スペクトル測定を分子研 UVSOR にて実施した。図 1 にその結果を示す。励起帯は 162 nm 付近に観測され、これは YAl₃(BO₃)₄ の吸収端波長域(160–170 nm)に相当する[1]。また、蛍光スペクトルにおいては、312 nm 及び 372 nm にピークを持つブロードな発光帯が観測された。励起帯が吸収端波長域と一致することに加え、ストークスシフトが大きく (~29,681 cm⁻¹)、広帯域な発光バンドが観測されたことを考慮すると、当該発光は自己束縛励起子(STE)に起因すると推察される。複数の発光ピークの観測については、結晶中において異なるタイプの格子歪みが存在し、それぞれにおいて、STE が形成されると考えることで説明が可能である。

[1] T.T. Tran et al., Chem. Mater., 28 (2016) 5238–5258.

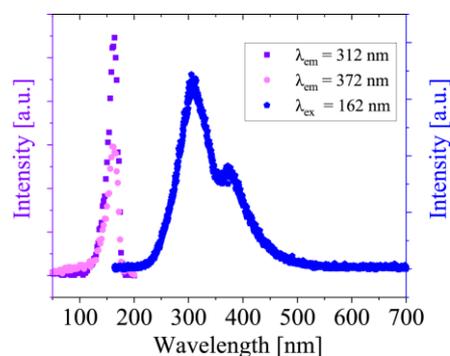


Fig. 1 VUV excitation and emission spectra of undoped YAl₃(BO₃)₄.