無添加 $LuVO_4$ 結晶のシンチレーション特性

Scintillation properties of undoped $LuVO_4$ crystal

東北大[1]、九工大[2]、オキサイド[3] °藤本裕[1]、柳田健之[2]、小島孝広[3]、越水正典[1]、浅井圭介[1]
Tohoku Univ.[1], KIT[2], OXIDE[3] °Yutaka Fujimoto[1], Takayuki Yanagida[2], Takahiro Kojima[3], Masanori Koshimizu[1], Keisuke Asai[1]
E-mail: fuji-you@qpc.che.tohoku.ac.jp

【諸言】 WO_4^{2-}をはじめ、MoO_4^{2-}や VO_4^{3-}イオンらは、中心金属とその周りに配位している O^{2-}の 2p 軌道間において、電荷移動(CT)遷移が生じ、可視域において蛍光を示すことが知られている。特に、WO_4^{2-}イオンを発光中心として利用した $MgWO_4$ 粉末や $CdWO_4$ 結晶は青色蛍光体や X 線検出用のシンチレータ材料として実用化されている。我々の研究グループではこれまで、WO_4^{2-}イオン同様に青緑蛍光を示す VO_4^{3-}イオンに注目し、無添加 YVO_4 結晶のシンチレーション特性について検討した。当該結晶は、X 線及び γ 線励起により優れた発光量を示すが、その一方で、有効原子番号が小さく、阻止能が小さいといった問題が浮き彫りとなった。そこで本研究では、YVO_4 結晶と同様の構造を持ち、有効原子番号がより大きい $LuVO_4$ 結晶に着目し、当該結晶の光学及びシンチレーション特性を評価した。

【実験内容と結果】 物性評価には、(株)オキサイド社にて EFG (Edge-defined Film-fed Growth)法を用いて作製された無添加 $LuVO_4$ 結晶を使用した。シンチレーション特性評価としては、X 線励起ラジオルミネッセンス(XRL)及び ^{137}Cs ガンマ線照射波高値スペクトルを評価した。XRL スペクトル測定には CCD 分光器(DU920P, Andor)を検出器として使用し、X 線照射時の結晶からのシンチレーション光を光ファイバーにより検出した。図 1 に XRL スペクトルの結果を示しており、YVO_4 結晶同様に、$LuVO_4$ 結晶においても、VO_4^{3-}イオンの電荷移動遷移に起因した発光帯が 450 nm 付近に観測された。発光量の見積もるため、^{137}Cs 密封線源を用いた波高値スペクトル測定を行った。計測には、浜松ホトニクス社製の R7600U 光電子増倍管を使用し、shaping time はそれぞれ 2μs (BGO: 参照用サンプル)及び 30μs ($LuVO_4$、YVO_4)を選択した。得られたスペクトルを図 2 に示しており、各サンプルの ^{137}Cs による光電吸収ピークのチャンネル数と光電子増倍管の量子収率、BGO の発光量(~ 8600 ph/MeV [1])より見積もったところ、$LuVO_4$ 結晶の発光量は約 10000 ± 1000 ph/MeV であった。

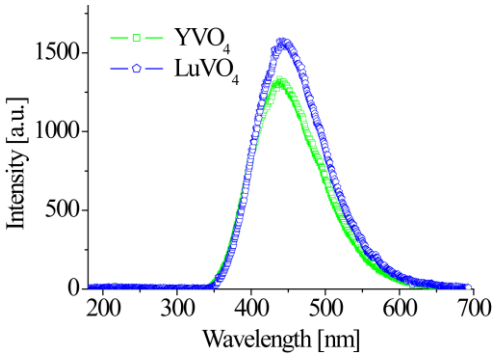

図 1. XRL スペクトル測定。

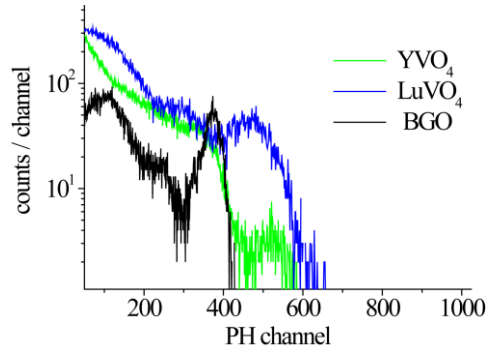

図 2. ^{137}Cs ガンマ線照射波高値スペクトル測定。

【参照文献】 [1] M. Moszynski et al., IEEE Trans. Nucl. Sci, 44 (1997) 1052-1061.

© 2015年 応用物理学会