

溶媒蒸発法による Sb^{3+} 添加 Rb_2HfCl_6 結晶シンチレータの合成および性能評価

Development and property evaluation of Sb^{3+} -doped Rb_2HfCl_6 Crystal Scintillator by using a slow solvent performance method



東北大院工 ○佐々木 暖人, 藤本裕, 川本弘樹, 浅井圭介

Tohoku Univ. ○Haruto Sasaki, Yutaka Fujioto, Hiroki Kawamoto, Keisuke Asai

E-mail: haruto.sasaki.t1@dc.tohoku.ac.jp

【背景】シンチレータとは放射線を可視光に変換する蛍光体であり、光検出器と併せてシンチレーション検出器として、セキュリティや医療診断など、多岐にわたる分野において放射線検出に利用されている。当該検出器に用いられるシンチレータ結晶製出に主として適用される手法は、融液からの成長であり、高コストという欠点をもつ。これに対し、溶媒蒸発法は、使用装置の簡便性と低温プロセスゆえの低コストという利点を有する。我々はこれまでに、本手法によって Sb^{3+} を添加した Cs_2HfCl_6 シンチレータ結晶の合成に成功し、さらに、同添加により当該結晶のシンチレーション減衰時間が短縮することを明らかにした¹⁾。本研究では、新たなシンチレータ材料の探索として、 Cs_2HfCl_6 と類似した電子配置を有する Rb_2HfCl_6 に Sb^{3+} を添加したシンチレータ結晶を溶媒蒸発法により合成し、その性能評価を行った。

【実験内容】出発原料としての溶質には、 RbCl (3N)、 HfCl_4 (3N)、及び SbCl_3 (3N)を、溶媒には HCl aq (36 wt%) を用いた。 SbCl_3 の添加量を、 HfCl_4 の分量に対して 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 及び 5.0 mol% とした。これらをスクリュウ管瓶に移し、温度を 80°C に設定したホットスターラーで加熱・攪拌した。溶質が完全に溶解したところで攪拌を止め、 100°C での加熱で溶媒を蒸発させた。析出した結晶を洗浄し、そのシンチレーション性能を評価した。

【結果と考察】Fig. 1 に、X 線励起ラジオルミネッセンス (XRL) スペクトルを示す。340–600 nm と 550–800 nm に二つの発光帯が観測された。発光波長に基づいて、前者は母材中の $[\text{HfCl}_6]^{2-}$ 錯体による発光²⁾、後者は $[\text{SbCl}_5]^{2-}$ による自己束縛励起子発光³⁾ と考えられる。Table 1 に、シンチレーション減衰時定数の Sb^{3+} 濃度依存性を示す。 Sb^{3+} 添加濃度の増大により、シンチレーション減衰時間が短縮された。

【文献】1) 佐々木暖人ら, 第 71 回応用物理学春季学術講演会, 2024 年 3 月, 応用物理学会 2) Keiichiro Saeki et. Al. Appl. Phys., Express 9, 2016, 042602 3) B.Chen et. al. J. Am. Chem. Soc. 2021, 143, 17599–17606.

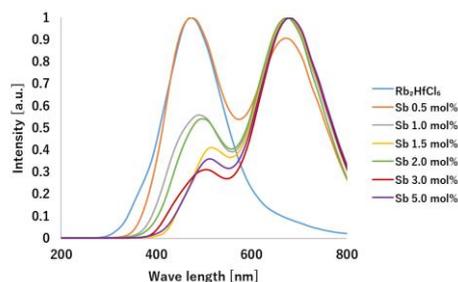


Fig. 1 XRL spectra of Sb^{3+} -doped Rb_2HfCl_6

Table 1 Decay time constants of Sb^{3+} -doped Cs_2HfCl_6

Sb^{3+} 濃度 [mol %]	$\tau 1$ [μs]	$\tau 2$ [μs]
undoped	1.89 (60%)	7.25 (40%)
0.5	1.82 (62%)	6.71 (38%)
1.0	1.21 (66%)	8.13 (34%)
1.5	1.18 (68%)	5.52 (32%)
2.0	1.25 (61%)	6.17 (39%)
3.0	1.09 (64%)	5.46(36%)
5.0	1.01 (69%)	4.81(31%)

※カッコ内は蛍光強度比