高計数率 X 線計測を企図したゾルゲル法による $Hf_xSi_{1-x}O_2$ 粒子添加 PVK ベースプラスチックシンチレータの開発

Fabrication of $Hf_xSi_{1-x}O_2$ particle-loaded PVK-based plastic scintillators via sol–gel method for the measurement of X-rays at high-counting rates

東北大院工[1], KEK[2] ○(M1)佐藤 敦史[1], 越水 正典[1], 藤本 裕[1], 岸本 俊二[2], 浅井 圭介[1]

Tohoku Univ.[1], KEK[2], ○Atsushi Sato[1], Masanori Koshimizu[1], Yutaka Fujimoto[1], Shunji Kishimoto[2], Keisuke Asai[1]

E-mail: atsushi.sato.r2@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】近年，物質の構造・機能の解析への放射光 X 線の適用需要の増加に伴い，高速応答性，高検出効率および大発光量を兼備したシンチレータに対する需要が高まっている．これに応え得る候補としてプラスチックシンチレータ (PS) があるものの，PS は高エネルギーX 線に対する検出効率の低さという欠点を抱える．この欠点を克服する有力な方途に重金属添加がある．我々はこれまでに，正孔輸送体として有機 EL 素子に用いられる poly(9-vinylcarbazole) (PVK)を母材とした PS に，ゾルゲル法によって重金属 Hf を添加し，その検出効率を高めることに成功している[1]．その一方で，酸化物粒子の析出による透明性損減により大幅に発光量を低下させるに至った．本研究では，この問題を解決すべく，$Hf_xSi_{1-x}O_2$ 粒子添加 PVK ベース PS を新たに創製し，その X 線検出特性を調査した．

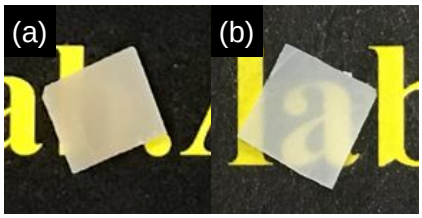

Fig. 1 Photographs of the scintillator loaded with Hf 10 wt% synthesized through (a) the conventional method and (b) the present method.

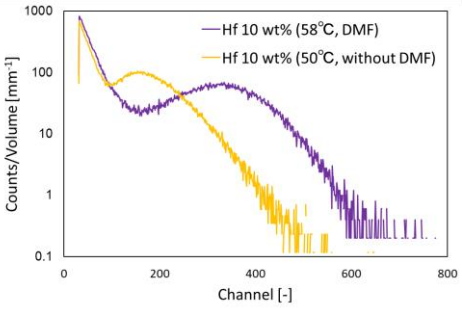

Fig 2 Pulse-height spectra of the scintillation detectors equipped with the scintillator loaded with Hf 10 wt% synthesized through the conventional and the present method for 59.5-keV γ-rays from ^{241}Am.

【実験方法】テトラヒドロフラン，メタノール，0.1 M HCl を混合した溶媒に，有機高分子とシリカの相溶化剤となる *N*,*N*-ジメチルホルムアミド (DMF)を新たに加え，そこに PVK を溶解した．この後，$HfOCl_2 \cdot 8H_2O$ および Phenyltrimethoxysilane を，Hf および Si 原子のモル比を 1:1 に固定しつつ，全量に対して Hf が 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10, 12.5, 15, 20 wt%となるよう添加した．さらに，蛍光体 1,4-bis(2-methylstynyl)benzene (bis-MSB)を，PVK モノマーユニットに対し 1.0 mol%となるように添加した．乾燥温度を以前の 50℃から 58℃に変更して溶媒を乾燥させ，厚さ 0.20–0.40 mm の膜状体を得た．これを試料として ^{241}Am の 59.5 keV の γ 線に対する波高スペクトルを測定した．

【結果・考察】Fig. 1 に，従来法と今回の新手法それぞれで作製した試料の写真を示す．同写真から，新手法の適用で透明性の向上に成功したことが明らかである．Fig. 2 に γ 線波高スペクトルを示す．光電吸収ピークの位置より，新手法は発光量を従来値の約 2 倍にまで増大させたことが分かる．

【結言】DMF 添加および乾燥温度の最適化により，PS の透明性向上と，発光量増大に成功した．

[1] 佐藤敦史，他，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会，11p-Z14-18 (2020).

© 2021年 応用物理学会