有機無機ペロブスカイト型化合物$(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2Pb_{1-x}Zn_xBr_4$のシンチレーション特性

Scintillation properties of organic-inorganic layered perovskite-type compounds — $(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2Pb_{1-x}Zn_xBr_4$

奈良先端大 [1]，秋田大理工 [2]，°小野田 大地 [1]，赤塚 雅紀 [1]，河野 直樹 [2]，中内 大介 [1]，
加藤 匠 [1]，河口 範明 [1]，柳田 健之 [1]

NAIST [1], Akita Univ. [2] °Daichi Onoda[1], Masaki Akatsuka[1], Naoki Kawano[2], Daisuke Nakauchi[1],
Takumi Kato[1], Noriaki Kawaguchi[1], Takayuki Yanagida[1]

E-mail: onoda.daichi.ob3@ms.naist.jp

量子閉じ込め効果を受けた励起子は高速で高強度の発光を示すことから、これらの特性を利用したシンチレータの開発が期待されている。これまでの研究により、有機無機ペロブスカイト型化合物$(RNH_3)_2PbBr_4${R:炭化水素}は二次元量子井戸構造を形成し、それにより励起子が量子閉じ込め効果を受けることが報告されている [1]。また、有機層の構造を最適化した結果、$(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2PbBr_4$はこれらの化合物群の中で比較的高い発光量(14,000 ph/MeV)を示すことが報告されている [1, 2]。しかしながら、有機無機ペロブスカイト型化合物をシンチレータとして実用するにはさらに高い発光量が要求される。そのため我々の研究グループでは、より高い発光量を実現するため、異種カチオンを添加する手法を模索している [3]。$(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2PbBr_4$に異種カチオンを添加することで無機層の結晶構造に歪みが生じ、励起子局在性が高まり、より高い発光量が期待できる。本研究では$(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2PbBr_4$に異種カチオンとしてZnを添加した量子閉じ込め型の単結晶シンチレータを貧溶媒拡散法で育成し、シンチレーションおよびフォトルミネセンス特性を評価した。

図1に、x = 0.05, 0.1, 0.25のサンプルにおけるシンチレーションスペクトルを示す。全てのサンプルにおいて、X線照射により波長430 nm付近に発光ピークが観測され、既報との比較によりこれらは無機層の励起子によるものだと考えられる [2]。また、図2にシンチレーション減衰曲線を示す。全てのサンプルにおいて減衰曲線は3成分の指数関数で近似され、各成分の減衰時定数はZn濃度の増加とともに小さくなった。本講演では、シンチレーション特性におけるPbとZnの濃度依存性について報告する。

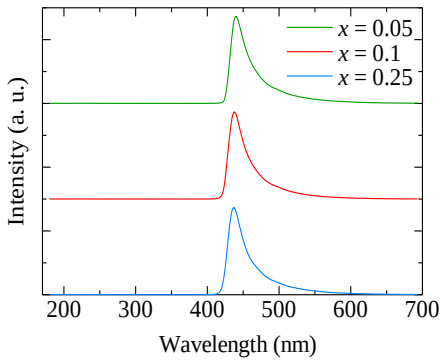

Figure 1. Scintillation spectra of $(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2Pb_{1-x}Zn_xBr_4$ samples under X-ray irradiation.

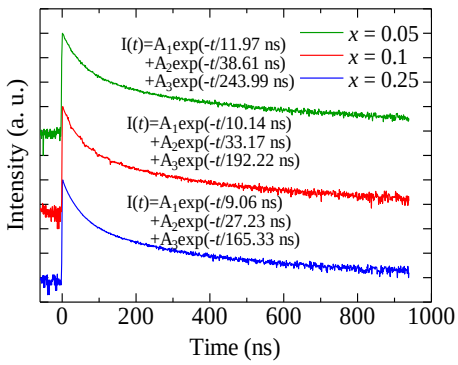

Figure 2. Scintillation decay time profiles of $(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2Pb_{1-x}Zn_xBr_4$ samples under X-ray irradiation.

[1] N. Kawano et al., J. Phys. Chem. C. 118 (2014) 9101-9106.
[2] N. Kawano et al., Sci. Rep. 7 (2017) 14754.
[3] M. Akatsuka et al., Nucl. Instrum. Phys. Res. A. 954 (2020) 161372.

© 2020年 応用物理学会