

高压合成法を用いた ZnO セラミックスのシンチレーション特性

Scintillation properties of ZnO Ceramics using high pressure synthesis method

東北大¹, 九工大² 渡邊 慶¹, 越水 正典¹, 柳田 健之², 滝澤 博胤¹, 藤本 裕¹, 浅井 圭介¹

Tohoku univ.¹, KIT² Kei Watanabe¹, Masanori Kosimizu¹, Takayuki Yanagida², Hirotugu Takizawa¹

Yutaka Fujimoto¹, Keisuke Asai¹

E-mail: kei.watanabe@qpc.che.tohoku.ac.jp

【緒言】ZnO は高い発光効率と高速応答性を兼ね備えたシンチレータ材料として、長年研究対象となってきた。それら研究の成果により、性能上の欠点であった発光減衰の長寿命成分が 13 族元素 (In, Ga) のドーピングにより抑制され、さらに、当電子トラップ (Cd) のドーピングによる発光量の増大が期待されるようになってきている。ZnO セラミックスについては高压合成法を用いることで、構造の緻密化により透明性が向上することが明らかになった。本研究では、発光量の一層の増大を目指し、上述のドーピング法に加えて高压合成法を採用して試料を作製し、そのシンチレーション特性を測定した。さらに作製試料に水素または酸素による表面処理を施し、この処理がシンチレーション特性に与える影響を探究した。

【実験】ZnO ナノ粉末とドーパント (In, Ga, Cd) をモル比 99:1 で混合し、5 GPa, 500°C の条件で 30 分間焼成した。この試料につき、エネルギースペクトル、X 線励起によるシンチレーションスペクトル、シンチレーション時間プロファイルを測定した。

【結果と考察】図 1 に XRL スペクトルを示す。380 nm 付近に自由励起子発光、550 nm 付近に亜鉛過剰欠陥によるブロードな発光帯が観測された。後者の発光帯は、Ga をドーピングした試料においては観測されなかった。図 2 に作製した ZnO 及び GSO (対照物質) の波高スペクトルを示す。線源として、GSO には ¹³⁷Cs (γ 線: 662 keV), ZnO には ²⁴¹Am (α 線: 5.5 MeV) を用いた。ZnO では 180 ch 付近にショルダーが認められた。GSO の発光量が約 10000 photon/MeV であることに基づき、ZnO の発光量を約 1700 photon/5.5 MeV α と見積もった。図 3 にシンチレーション時間プロファイルを示す。自由励起子発光に起因する短寿命成分と、欠陥による発光に起因する長寿命成分が観測された。Ga をドーピングした試料においては長寿命成分がほとんど観測されなかった。この結果及び XRL の結果から、高压合成法を用いた ZnO においても、Ga をドーピングすることで欠陥による発光を抑制できることが確認された。

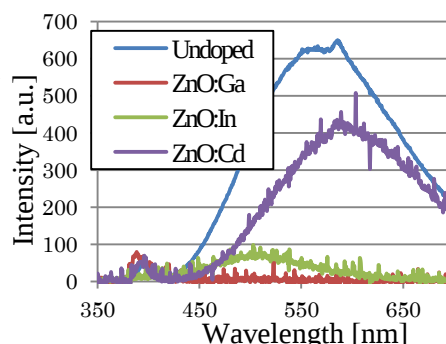


図 1 X線シンチレーションスペクトル

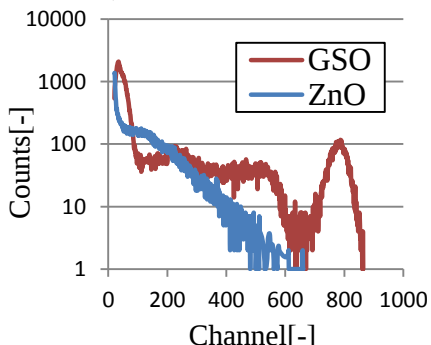


図 2 波高スペクトル
(線源 ¹³⁷Cs, ²⁴¹Am)

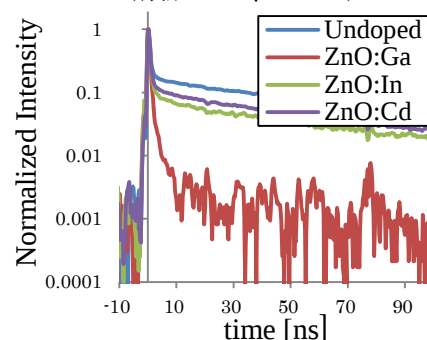


図 3 X線シンチレーション時間プロファイル