TlBr 結晶を用いた放射線検出器開発

Development of radiation detectors using TlBr crystals

東北大院工 [1]　○人見 啓太朗 [1]

Tohoku Univ. [1], ○Keitaro Hitomi[1]

E-mail: keitaro.hitomi.d4@tohoku.ac.jp

臭化タリウム(TlBr)結晶は赤外線に対する透過率が高いために光学材料として古くから知られている。特に TlBr 結晶とヨウ化タリウム(TlI)結晶の混晶は KRS-5 と呼ばれ赤外線透過材料として広く市販されている。一方で TlBr は禁止帯幅 2.68 eV の化合物半導体としても知られている。TlBr 結晶は構成原子の原子番号が高く(81 番、35 番)、密度も 7.56 g/cm^3 と高いために、ガンマ線吸収効率が非常に高いという特長がある。このため TlBr 結晶は室温で動作するガンマ線検出器材料として研究がなされてきた(K. Hitomi et al., *J. Cryst. Growth*, 379, 2013.)。

TlBr は融点が 460 °C と低いために帯溶融法やブリッジマン法により容易に育成が可能である。半導体材料には高純度が求められるが、TlBr は帯域精製法により高純度化が可能である。帯溶融法を用いて育成した TlBr 結晶は> 10^{10} Ωcm の抵抗率を示し、移動度寿命時間積は電子で> 10^{-2} – 10^{-3} cm^2/Vs、正孔で> 10^{-4} cm^2/Vs の値が得られている。図 1 は厚さ約 1 cm のピクセル型 TlBr 検出器(ピクセルサイズ 2 mm × 2 mm)の 1 ピクセルから得られた ^{137}Cs ガンマ線スペクトルである。測定は室温で行い、カソードとアノードの信号比を用いて深さ補正を行っている。良好な電子の輸送特性により 662 keV において 2.3%のエネルギー分解能が得られている。

TlBr 検出器は長期安定性に問題があったが、タリウム電極(K. Hitomi et al., *Nucl. Instr. and Meth.*, A585, 2008.)や ITO 電極(A. Datta et al., *Sci. Rep.*, 9, 2019.)を用いる方法などにより安定性が改善されている。また、TlBr は担体の移動度が低く、時間分解能が悪いという欠点があったが、TlBr 結晶が透明であることを利用して入射ガンマ線により発生したチェレンコフ光を検出することにより時間分解能の改善が図られている(G.A. Estrada et al., *Phys. Med. Biol.*, 63, 2018.)。TlBr 検出器は検出効率、エネルギー分解能、時間分解能に優れているため、医療用・産業用検査装置への応用が期待されている。

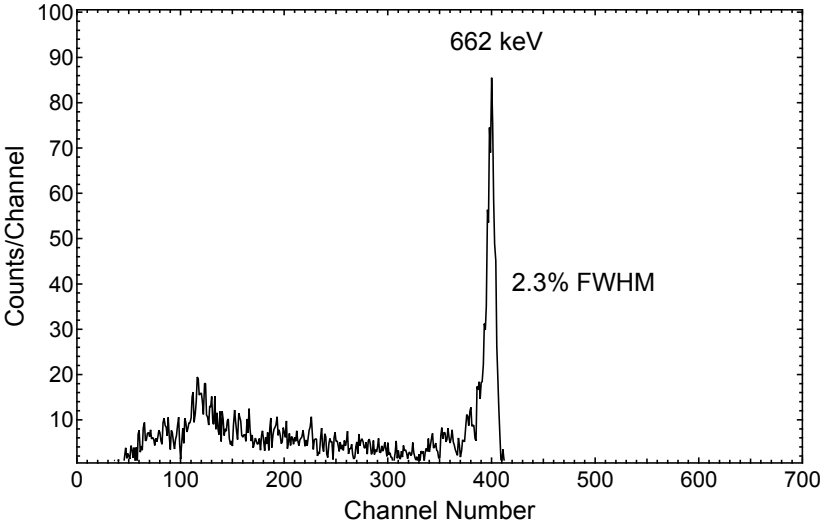

図 1. TlBr 検出器から得られた ^{137}Cs スペクトル。

© 2021年 応用物理学会