臭塩化タリウム半導体検出器のエネルギー分解能改善

Improvement of Energy Resolution in Thallium Bromo-Chloride Detectors

東北大 [1]，東北工大 [2]，放医研 [3]，北大 [4]　○人見 啓太朗 [1]，野上 光博 [1]，小野寺 敏幸 [2]，
錦戸 文彦 [3]，山谷 泰賀 [3]，金子 純一 [4]

Tohoku Univ. [1], Tohoku Inst. Tech. [2], NIRS [3], Hokkaido Univ. [4] ○Keitaro Hitomi[1], Mitsuhiro Nogami[2], Toshiyuki Onodera[2], Fumihiko Nishikido[3], Taiga Yamaya[3], Junichi H. Kaneko[4]

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

臭化タリウム(TlBr)は禁止帯幅 2.68 eV の化合物半導体であり、原子番号(Tl が 81 番、Br が 35 番)と密度(7.56 g/cm^3)が高いために、室温動作の半導体検出器材料として大変有望である。さらに、TlBr 結晶は屈折率が 2.6 と非常に高いために、良好なチェレンコフ光の放射体でもある。この TlBr 結晶の物性を利用して、エネルギー情報および位置情報は電子信号から取得し、時間情報はチェレンコフ光信号で取得するというチェレンコフ PET 用検出器の開発が進められている(G.A. Estrada et al., *Phys. Med. Biol.*, 63, 2018.)。しかし、TlBr 結晶は禁止帯幅が 2.68 eV であるため、短波長の光子に対して吸収が大きいという欠点がある。一方で、TlBr 結晶は塩化タリウム(TlCl)結晶と混晶を作ることで禁止帯幅を広げる事ができ、短波長の光子の吸収を減少させることができる。

我々は TlBr と TlCl の混晶である臭塩化タリウム(TlBrCl)を用いた半導体検出器の開発を行って来たが、充分なエネルギー分解能を得るには至っていない(T. Onodera et al., *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, 59, 2012.)。そこで、本研究では高純度化した TlBrCl 素材を用いて半導体検出器を製作し、エネルギー分解能を改善する事を目的とした。

公称純度 99.999%の TlBr 素材と TlCl 素材を用いて結晶育成を行った。石英管中に TlBr 素材と TlCl 素材を封入し、電気炉で溶融することにより TlBrCl 混晶を得た。帯域精製法を用いて TlBrCl 素材の純化を行い、精製後に一回帯溶融を行うことで結晶育成を行った。育成した結晶をワイヤーソーを用いて切り出し、表面を機械研磨した。結晶表面に Tl 金属ベースの電極を真空蒸着法により形成した。本研究では結晶サイズ約 5 mm × 5 mm × 5 mm の結晶上に平板電極をカソードとして、ガードリングに囲まれた 1.5 mm × 1.5 mm の電極をアノードとして TlBrCl 検出器を製作した。図 1 は製作した TlBrCl 検出器から室温で得られた ^{22}Na ガンマ線スペクトルである。511 keV と 1275 keV の全エネルギーピークが明確に得られた。本研究により従来の TlBrCl 半導体検出器よりも高いエネルギー分解能を有する検出器の製作に成功した。

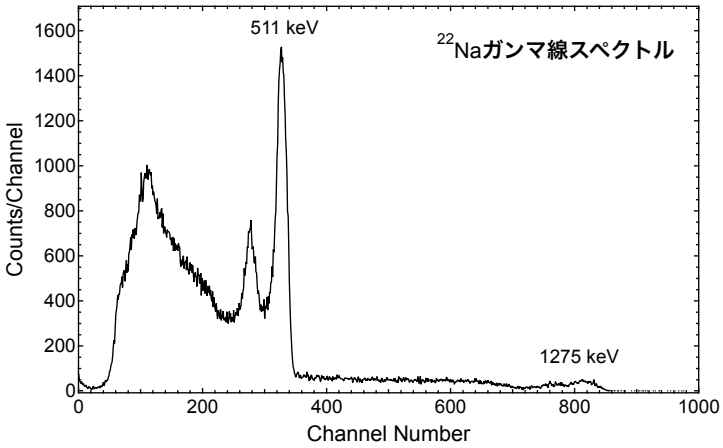

図 1. TlBrCl 半導体検出器から得られた ^{22}Na スペクトル