

TlBr 半導体検出器の信号電荷輸送特性の温度依存性測定

Temperature dependence of signal charge transport characteristic of TlBr semiconductor detector

*小峰 良太¹, HOANG Dinh Xuan¹, 橋本 大歩¹, 前畑 京介¹, 伊豫本 直子¹, 尾鍋 秀明²,
人見 啓太郎³, 小野寺 敏行⁴

¹九州大学, ²レイテック, ³東北大学, ⁴東北工業大学

臭化タリウム(TlBr)化合物半導体結晶は、バンドギャップが広い、構成元素の原子番号が高い、また、密度が大きいといった特徴を有しており、室温動作可能な高検出効率高エネルギー分解能 γ 線スペクトル計測用半導体検出器として研究が進められている。しかし、 γ 線のエネルギー付与による TlBr 半導体内部で生成された信号電荷の輸送過程が解明されていないため、エネルギー分解能の理論的限界値などが明確になっていない。

検出信号パルスの立ち上がり部分には、結晶中を移動する電荷により電極に誘導される電荷の情報が含まれる。そこで本研究では、室温から 77 K までの温度領域において TlBr 結晶を電離箱モードで動作し、電荷有感型前置増幅器から出力される γ 線検出信号パルスの立ち上がり部分を解析することによって結晶中の電荷輸送特性の温度依存性を調べた。

キーワード：半導体検出器, 化合物半導体

TlBr 半導体検出器は、バンドギャップが 2.68 eV と広く、結晶を構成する Tl と Br の原子番号が 83 と 35 と高く、また、密度が 7.56 g/cm³ と大きいといった特徴を有しており、室温動作可能な高検出効率高エネルギー分解能 γ 線スペクトル計測用半導体検出器として研究が進められている。TlBr 半導体検出器の電荷の輸送特性は結晶を純化することにより向上し、純度の高い TlBr 半導体検出器では、室温において 662 keV の γ 線に対して 1 % 台のエネルギー分解能が達成されている[1]。しかし、 γ 線のエネルギー付与によって生成された信号電荷の輸送過程が解明されておらず、エネルギー分解能の理論的限界値が明確になっていない。

そこで、本研究では 3 mm X 3 mm X 3 mm の TlBr 結晶を、室温から 100 K までの温度領域において電離箱モードで動作し、電荷有感型前置増幅器から出力される γ 線検出パルス信号の立ち上がり部分の解析とスペクトル測定によって結晶中の電荷輸送特性の温度依存性を調べた。図 1 に構築した回路系を示す。

AMPTEK 社製電荷有感型前置増幅器 IC A250 を利用し、TlBr 結晶と初段 FET は冷却部に組み込んだ。 γ 線エネルギー付与により生成された電子と正孔は、電界により結晶の電極に向かって輸送される。このとき、電荷有感型前置増幅器から出力される電圧信号パルスの立ち上がり部分には、結晶中を移動する電荷により電極に誘導される電荷の情報が含まれる。そこで、電荷有感型前置増幅器から出力される電圧信号パルスの立ち上がり成分の解析とスペクトル測定を温度毎に行うことによって電荷輸送特性の温度依存性を調べた。

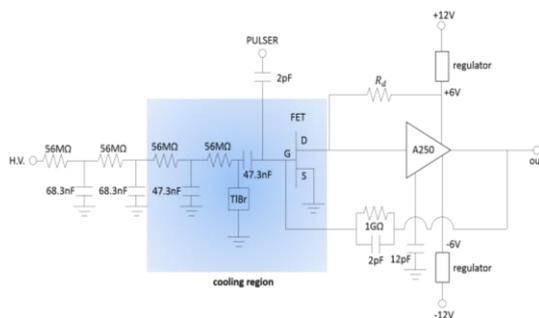


図 1 TlBr 半導体検出器用電荷有感型前置増

参考文献

[1] K. Hitomi et al., Nucl. Instrum. Methods. A747, 7, (2014).

*Ryota Komine¹, Dinh Xuan HOANG¹, Ayumu Hashimoto¹, Keisuke Maehata¹, Naoko Iyomoto¹, Hideaki Onabe²,
Keitaro Hitomi³ and Toshiyuki Onodera⁴

¹Kyushu Univ., ²Raytech, ³Tohoku Univ., ⁴Tohoku Inst. Tech