液体窒素で動作する TlBr 半導体検出器の検出信号読み出し回路

Readout electronics for detection signal pulses of a TlBr semiconductor detector operated at a temperature of 77 K

九大工 [1]，レイテック [2]，東北大 [3]，東北工大 [4] ○(B)小峰 良太 [1]，(D)善本 翔大 [1]，伊豫本直子 [1]，前畑 京介 [1]，尾鍋 秀明 [2]，人見啓太朗 [3]，小野寺 敏幸 [4]

Kyushu Univ. [1], Raytech [2], Tohoku Univ.[3], Tohoku Inst. Tech.[4] ○Ryota Komine[1], Shota Yoshimoto[1], Naoko Iyomoto[1], Keisuke Maehata[1], Hideaki Onabe[2], Keitaro Hitomi[3], Toshiyuki Onodera[4]

E-mail: komine@kune2a.nucl.kyushu-u.ac.jp

臭化タリウム(TlBr)化合物半導体結晶は、バンドギャップが 2.68 eV であり、結晶を構成する Tl と Br の原子番号がそれぞれ 83 と 35 と高いこと、結晶の密度が 7.56 g/cm^3 と大きいことから、室温動作型高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開発が進められている。結晶純化で電荷輸送特性が向上した TlBr 半導体検出器では、662 keV のγ線を 1 %台のエネルギー分解能で検出している[1]。また、TlBr 結晶表面に複数の電極を配置し、γ線検出時に個々から出力される検出信号波高値の位置依存性を解析して検出位置を決定する手法についても研究がなされている[1][2]。このように、TlBr 半導体検出器の研究開発では、結晶中の電荷輸送特性が重要なパラメータとなる。通常、結晶を電離箱モードの半導体検出器として動作し、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で、結晶中の電荷輸送特性が得られる。不純物や欠陥などによる熱的擾乱の影響を極力抑制した状態で結晶中の電荷輸送特性を測定する必要がある。

本研究では、3 mm×3 mm×3mm の立方体の TlBr 結晶を液体窒素温度に保持してγ線検出信号を読み出すために、図 1 に示すような回路系を構築した。AMPTEK 社製電荷有感型前置増幅器 IC A250 を利用して、初段 FET を冷却チェンバー内の TlBr 結晶近傍に取り付けた。印加するバイアス電圧の極性により、γ線のエネルギー付与により生成された電子か正孔が前置増幅器に回収される。そのときに電荷有感型前置増幅器から出力される電圧信号パルスは、デジタイザーにより PC に記録し、立ち上がり部分を解析した。

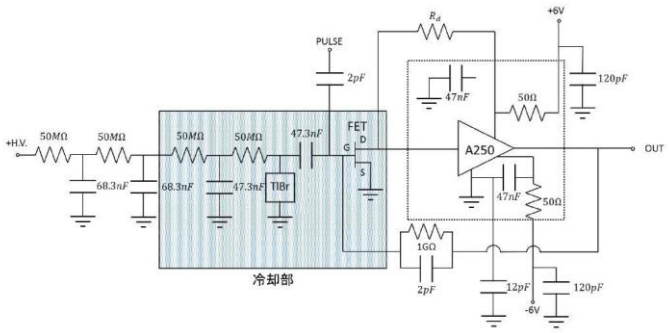

図 1 液体窒素冷却 TlBr 半導体検出器用電荷有感型前置増幅器

参考文献

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

[2] K. Hitomi et al., Nucl. Instrum. Methods. A823, 15, (2016).