

計数回路搭載型 SOI-SiPM の開発

Development of a Counter Circuit Integrated SOI-SiPM

東大工¹, 高エネ研² ○(M2)金 正勲¹, 小山 晃広¹, 島添 健次¹, 高橋 浩之¹, 岸本 俊二², 倉知 郁生², 中村 勇², 三好 敏喜², 新井 康夫²

Univ. of Tokyo¹, High Energy Accelerator Research Organization², °Cheonghun Kim¹, Akihiro Koyama¹, Kenji Shimazoe¹, Hiroyuki Takahashi¹, Shunji Kishimoto², Ikuo Kurachi², Isamu Nakamura², Toshinobu Miyoshi², Yasuo Arai²

E-mail: chngnhnm@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

1. 背景及び研究目的

X 線エネルギーごとの透過数を計数判別することで、軟組織の高コントラスト化や低被曝化が可能な Photon Counting Computed Tomography (PCCT) の開発が望まれている。通常の臨床用 CT とは異なり、PCCT では一つ一つの X 線エネルギーを分離して測定するため、PCCT を実現するためには高速計数可能な検出器の開発が必要とされている[1][2]。

そこで本研究では回路と検出器の一体化が可能な Silicon On Insulator (SOI) プロセスを利用した、数百 μ m ピッチで分割されたシンチレータに接続可能な、高計数率特性を有する回路一体型微細ピクセル光検出器(SiPM: Silicon Photomultiplier)[3]の開発を目的とした。今回は検出器 SiPM の信号を処理する読み出し回路に焦点を当て、基礎評価を行った。

2. 方法

SiPM の出力電流は前置増幅器と波形整形増幅器を通して増幅されつつ電圧出力に変換される。増幅された信号は4段の波高弁別器に入力される。波高弁別には外部から参照用閾値電圧を与える比較器を用いて、閾値は外部入力(Coarse 閾値)とピクセルごとの補正を行う Fine 閾値の 2 種類によって調整可能である。4段の波高弁別器に異なる閾値を設定し、それぞれにカウンターを接続することで入射された X 線のエネルギーを弁別し計数する。

3. 結果

4ピクセル分の入力(SiPM 信号)と、4段ある波高弁

別器のうち初段の部分の出力、またそれに対応するカウンターの出力についてシミュレーションを行った。各ピクセルの信号に対応して波高弁別器が動作しており、入力信号数を反映した計数値が出力されていることを確認した。

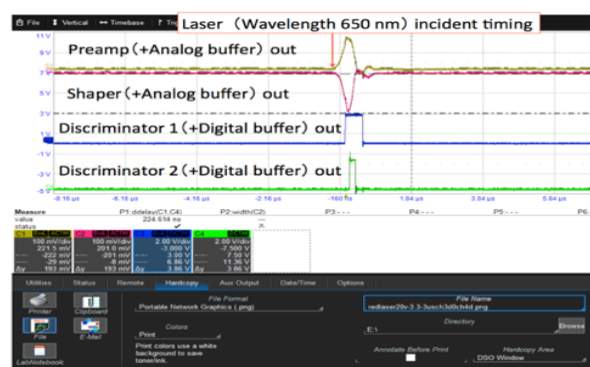


図1. パルス処理回路測定結果

図1は試作したチップにおいてセンサー電圧 20 V を印加しながら取得したレーザー照射時のパルス処理回路の応答であり、設定閾値に沿って波高弁別できることを確認した。

4. 結論

本研究は PCCT へ応用可能な光検出器として、SiPM と計数回路を含む読み出し回路を SOI プロセスによって試作し、回路の評価を行ったものである。結果により、センサーの出力が閾値に沿って弁別できることを確認しており、PCCT 用の検出器として有用であると考えられる。

参考文献

- [1] Bart Dierickx, et al, Sensors 2016, 16, 764;
- [2] Mohamed Atef et. al, IEEE J.Quant.Elect 49-3, 2013
- [3] Koyama, A., et al. NIMA 924 (2019): 436-440.