

W70a X線・ガンマ線観測のための半導体検出器用アナログASICの低雑音化

田村健一、蛭田達朗、池田博一、高島健、高橋忠幸、中澤知洋 (ISAS/JAXA)

宇宙 X 線・ガンマ線の高感度な観測行ない天体からの非熱的放射を明らかにすることは、超新星残骸や銀河団などの高エネルギー物理現象を研究するために重要である。次世代の X 線・ガンマ線観測では、高い角度分解能を持つ撮像分光や偏光観測を目指し、半導体ピクセル検出器やマルチアノード型光電子増倍管などの高い位置分解能を必要とする検出器の開発が進められている。これらの検出器では、今までの 100 倍を超えるチャンネルをコンパクトなシステムで処理することが求められ、従来のように基板上に IC 素子を配置するアナログ回路では不可能である。近年開発が進んでいるサブミクロン CMOS プロセスに基づくアナログ ASIC(大規模集積回路)は、1チャンネルのアナログ回路を数百 μm ピッチという微小なサイズに収め、低消費電力かつ高速で信号処理することを可能にする。しかし、特にデジタル回路とは異なり、低雑音のアナログ ASIC のテクノロジーは、世界的にも最適な設計方法が確立しているとは言えない。回路ブロックごとに実証を重ね、プロセスによる個性を知るなど、ノウハウの蓄積が重要である。

我々は、独自のアーキテクチャによるアナログ ASIC の開発を進めており、CdTe(テルル化カドミウム)半導体との接合を目的としたアナログ ASIC を開発した。これは、電荷型前置増幅器から、波形整形回路、ピークホールド回路、コンパレータ回路を有し、1.5 mW/ch の消費電力で動作する。初動評価において、2 mm \times 2 mm \times 0.5 mm の CdTe ダイオードを接続して硬 X 線スペクトルを取得し、60 keV においてエネルギー分解能 4.6 keV (FWHM) を得た。我々は最終的に 1 keV 切るエネルギー分解能を目指しており、評価環境の改良を進めるとともに、より低雑音の回路構成を研究している。本講演では、アナログ ASIC の評価の現状と低雑音化に対する考察を報告する。