

電荷注入型読み出し回路による X 線イメージャ LSI の開発

Development of an X-ray imager using a read-out circuit based on charge injection

○(D) 都木 克之^{1,2}, 都木 利之¹, 寺尾 剛^{1,2}, 小池 昭史^{1,2}, 青木 徹^{1,2}

1: 静岡大電子研, 2: ANSeeN Inc.

E-mail: takagi.katsuyuki.16@shizuoka.ac.jp

物質弁別しつつ物体内部を透過して撮像を行うスペクトラル CT がかねてより考案されている。しかしながら、スペクトラル CT のためには画素ごとにスペクトロメータが必要になり、パイルアップを避けるためのピクセル微細化と高速 ADC 及びデータ保存用メモリによる回路面積の増加が相反してしまう。その結果、単体のスペクトロメータと同等のエネルギー分解能を有した X 線イメージャの実用化は難航している。そこで本研究では、放射線検出器の信号読み出し回路を再設計することにより、ピクセル回路を省電力・少面積化し、またアナログ回路とデジタル回路間の信号を減らすことで 3 次元 LSI 技術によりメモリ回路の面積を確保できるイメージャ LSI の開発を目指している。

図 1 に提案する信号読み出し回路の理想的な回路図を示す。この回路は放射線検出器からの出力電荷と同量の逆符号電荷を注入することで信号を読み出すため読み出しにかかる電力が省電力化され、少ない回路要素から少面積化も期待できる。また、放射線入力のランダム性に対応するためオーバーサンプリングしており、信号が時間軸上で変調された結果、エネルギー情報は 1bit だけで表される。デコーダ以降は完全なデジタル回路で構成され、図 1 の破線部分で分離して LSI を製造することによりメモリに効率よく回路面積を割けるようになる。2 つの LSI は 3 次元 LSI 技術により接続しなければならないが、接続すべき信号線は 1 bit のため比較的容易に実現できる。

図 1 の理想回路をもとに、電荷注入による信号読み出しと時間変調された 1 bit 出力の正当性を確認すべく LSI を試作した。図 2 の LSI は 3 次元 LSI 技術を用

いず 1 つの LSI 上に読み出し回路からメモリまで集積しており、回路も実装が容易になるよう基本動作を変えない範囲で変更してある。ピクセル数は 40×40 でピクセルピッチは $80\mu\text{m}$ である。図 2 の実験結果に示すとおり、フォトンカウンティング動作と入力信号の強弱による出力信号の変化を確認することができた。

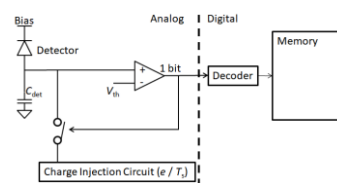
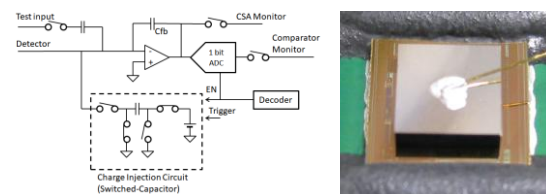
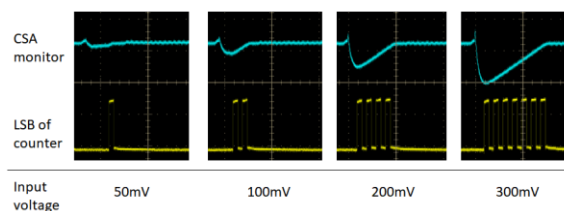


図 1. An ideal charge read-out circuit for radiation detector.



(a) Simplified schematic (b) A LSI with CdTe



(c) Raw signals inside a read-out circuit



(d) Background (e) ^{241}Am (f) ^{241}Am with

1mm ϕ collimator

図 2. LSI and experimental results