

電荷注入型読み出し回路による X 線透過像撮影

X-ray imaging by 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}, 森井 久史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、従来相当のピクセル面積にスペクトロメータを実装するイメージャ 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[1]。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、信号強度が時間軸上で変調された結果、エネルギー情報は 1bit で表される。そのため、比較器を増やすことなくエネルギー分解能が多 bit 化される。

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。実際の回路は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いる (図 2)。ピクセル数は 40×40 でピクセルピッチは $80\mu\text{m}$ である。個々のピクセル回路は 16 段階のエネルギー閾値を有する。この LSI に CdTe 放射線検出器を接合することで X 線イメージャを構成し、透過像撮影を試みた。

図 3 に透過像撮影結果を示す。線源として放射性同位体と X 線管を用い、低線量下および高線量下で透過像を撮影している。被写体は CdTe 検出器にバイアスを印加するための $25\mu\text{m}\Phi$ 金線およびその接着用の銀ペーストである (図 2(b))。 ^{241}Am および X 線管による撮影では、金線と銀ペーストの影が確認でき、 ^{57}Co では影の認識が困難である。これは照射した放射線のエネルギーの違いによるものである。この結果より、提案回路を用いて透過像を撮影できることが示された。

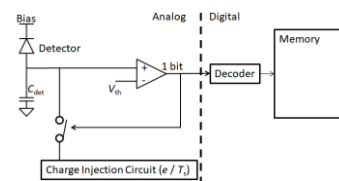
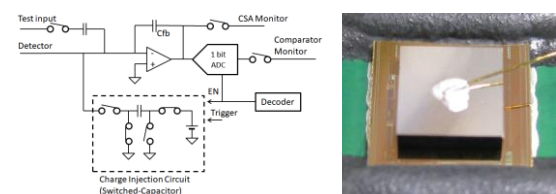
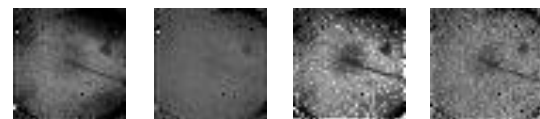


図 1. Ideal charge read-out circuit



(a) Simplified schematic (b) LSI with CdTe

図 2. Pixel circuit and LSI



(a) ^{241}Am (b) ^{57}Co (c) X-ray 75kV (d) X-ray 150kV

図 3. Images using radio isotopes and X-ray tube

[1] Sensors and Materials, Vol. 30, No. 7 (2018) 1611–1616