

## 審査の結果の要旨

氏名 島添 健次

ポジトロン CT (PET) は、電子の反粒子であるポジトロンの消滅の際に生じ、反対方向に飛行する 2 本のガンマ線を、体外に設置した検出器により検出することにより、体内でポジトロンが発生した位置を求める原理を用いるものである。近年、性能の高い PET 装置が開発され  $^{11}\text{C}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{18}\text{F}$  など低原子番号のポジトロン放出核種を含む薬剤を高感度に検出することができる手法として注目されている。一方、PET の解像度に関しては、汎用の装置で 5mm 程度と装置自身の解像度がまだまだ低く、X 線 CT 装置などと組み合わせて見かけ上の解像度を高める工夫がなされているところである。また、PET 検査では体内に投与した放射能は全身に分布することになるが、装置の体軸方向の長さは短く、全身検査のできる PET 装置が求められている。本研究は、このような背景のもと、PET 装置の高性能化をめざして、PET 装置内部に設置される検出器から得られるパルス信号の新しい信号処理方式を開発したものであり、以下にその論文内容を示す。

第一章は序論であり、MRI や CT などとは異なるモダリティとしての PET 検査の意義を示したのち、解像度の不足や MRI との共存、空間分解能とコストの関連、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)の要求などの研究背景を説明し、今後も高集積度化・高速化などの進歩の期待できる CMOS ASIC を活用した信号読み出しシステムが必要であり、新しい信号読み出し法が必要であるとし、本研究における、波形サンプリング方式の ASIC とパルス幅変調方式の ASIC の 2 つのアプローチについて示している。

第二章は PET の歴史から始め、原理と解像度の限界について解説したのち、システムとそこに用いられている検出器ならびに検出システムとしての特性の詳細について示している。特に検出器の深さ方向での反応位置に関する情報である Depth of Interaction (DOI) の重要性について述べ、画像周辺部での解像度を大きく改善する手法としていくつかの DOI 検出器について説明している。

第三章は、専用集積回路 ASIC の一般論について述べており、CMOS 回路の特徴と設計手法について一般的な解説を行っている。

第四章は、PET のために開発された ASIC について主として国外での研究状況を引用して、現状を紹介するとともに本研究の位置づけについて、システムの構成を示して説明している。

第五章は本研究で開発された波形サンプリング ASIC の開発の詳細について記述しており、実際に設計したチップを試作してその動作を確認し、さらに、入力 16 チャンネルの ASIC を 4 個載せた信号取得ボードを製作して、その特性を求めた結果、入力のうち 10 チャンネルについては概ね問題なくチップが動作していることが判明したものの、残りの 6 チャンネルについては動作が確認できなかったとしている。

第六章は、新たな信号取得モードである、パルス幅変調システムを拡張したパルストレインシステムを考案し、その成立性について、クロックを用いたシステムならびにクロックを持たないシステムと議論をしている。チャンネル数が膨大となると考えられる場合に、信号線を減らすことは有効である。

第七章は結論であり、波形サンプリング ASIC の開発により、システムの大幅な簡素化が可能になる。また、パルス幅情報を用いるための研究が本研究により示され、その成立性を検証したなど、研究内容全般の総括を行っている。