



Title	FPGAを利用した放射線計測技術の高度化に関する研究
Author(s)	井原, 陽平
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59176
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	い 井 ばら 原 よう 陽 へい 平
博士の専攻分野の名称	博 士 (工学)
学 位 記 番 号	第 2 5 0 7 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 3 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	FPGA を利用した放射線計測技術の高度化に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 飯田 敏行 (副査) 教 授 上田 良夫 教 授 田中 和夫 教 授 兒玉 了祐 教 授 村上 匡且 教 授 中村 光男 准教授 村田 勲

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、放射線計測分野にFPGA(Field Programmable Gate Array:現場書き換え可能論理ゲート格子)を取り入れるための基本的な技術及び手法と、FPGAを導入した新しい高機能放射線計測システムの開発に関する研究について述べた。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的を述べた。FPGAを放射線計測技術に導入することで高いシステム自由度を持った高度な情報処理機能を実現でき、放射線計測システムのネットワーク化、小型化、低コスト化が期待できる。しかしFPGAを利用して放射線計測システムを構築するための方法や性能確保の方法、具体的な利用例などの基本データの整備が不十分であった。そこで、本研究は放射線計測分野にFPGAを取り入れるための基本的な技術及び手法を提案し、FPGAを用いた放射線計測システムを開発することを目的とした。

第2章では、FPGAの特長と既存の放射線計測技術について述べ、放射線計測に必要な基本技術や手法ならびに既存システムを明確にした。

第3章では、放射線計測分野にFPGAを取り入れるために本研究で提案し開発した技術及び手法について述べた。アナログ・デジタル変換器(ADC)の評価とデジタルフィルタの手法を確立し、基本的な放射線計測技術に必要な性能を確保した。また、基本的な処理機能であるデジタル論理回路ブロックを考案し、その組み合わせで放射線パルス信号処理機能を構築する方法を提案した。これによりシステム構築の能率向上や多重化が容易に行え、またFPGAの設計についての熟練した技術が無くても利用できることを示した。さらに、ネットワーク化の手法を提案するとともに多重化した機能の有用性を示した。

第4章では、FPGAを用いて開発した新しい放射線計測システムについて述べた。FPGAと、整合するADCを搭載した汎用基本基板を開発した。そして、FPGA内にマルチチャネル波高分析器(MCA)を構築し放射線計測技術として十分な性能を有していることを示した。また、MCAとマルチチャネルスケーラ(MCS)の併用多重化を行い、さらにそれらのネットワーク化が容易にできることを示した。

第5章では、FPGAを導入した高機能放射線計測システムの応用例を示した。多重化MCAを用いて原子炉放射線測定の間隔実習を効果的に行えることを示した。またMCAとMCSの併用多重化の手法を用いて開放型パルス電離箱を開発し、大気 α 放射能をうまく測定できることを示した。また紫外線LEDのパルス発光を最適に制御する能動型MCSを構築し、高度な蛍光ガラス線量計リーダを開発した。これらの応用例から、本研究で提案し開発した手法と汎用基本基板は、必要とされる放射線計測システムを容易に、小型に、安価に構築するために極めて有用であることを実証した。

第6章では、本研究から得られた知見を総括し、結論を述べた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、放射線計測技術にFPGA(現場書き換え可能論理ゲート格子)を効果的に取り入れるための手法と、FPGAを導入した新しい高機能放射線計測システムの構築法についての研究成果をまとめたものであり、得られた成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 放射線計測回路にFPGAを組み入れるために高速ADCとの整合性の評価を行うとともに、放射線検出信号の高速連続サンプリングに伴う特徴的なデジタルノイズを軽減するためのデジタルフィルタを考案している。このフィルタリング技術によって、放射線検出信号を高速連続サンプリングしても、十分高い信号対雑音比で波高分析や時間分析ができることを明らかにしている。
- (2) これまでの放射線計測技術の高機能化を阻んでいる問題点を明確にするとともに、その対策としてFPGA内に基本的な放射線検出信号処理を行うデジタル論理回路ブロック群を用意し、それらを適切に選択編成することで最適な放射線計測システムを構築する方法を提案している。この方法により波高・時間分析の多重化や複合化が容易に行え、放射線計測システムの高機能化が効果的に実現できることを示している。
- (3) FPGA及びそれに整合する高速ADCを搭載した放射線計測のための汎用基本基板を開発している。そして、FPGA内に多重波高分析器(MCA)を構築し、放射線計測技術として十分な性能を有していることを実証している。また、MCAとマルチチャネルスケーラ(MCS)の併用多重化を行い、さらにそれらのネットワーク化も容易にできることを示している。
- (4) 本研究の応用例として、(1)原子炉放射線測定の遠隔実習のための多重化MCAシステムの開発 (2)大気 α 放射能測定用通気型電離箱のためのMCA・MCS併用多重化システムの開発 を行っている。これらのFPGAを利用した高機能放射線計測システムにより、これまでの放射線計測技術では困難であった広域に及ぶ原子炉放射線遠隔実習や測定条件の悪い大気中での微弱な α 線パルスの計測ができることを示している。

以上のように、本論文は放射線計測技術に FPGA を導入する手法と FPGA を導入した新しい高機能放射線計測システムの構築法を確立したものであり、従来の放射線計測技術では実現できなかった MCA や MCS の多重化や複合化についての多くの知見が得られている。これらの知見は当該分野の発展に寄与するところが大きく、よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。