

Kraków 15.01.2016

Streszczenie Rozprawy Doktorskiej

**Modułowy system do obrazowania z wykorzystaniem promieniowania X pracujący w trybie zliczania pojedynczych fotonów.**

Celem autora rozprawy doktorskiej jest budowa prototypu szybkiej, cyfrowej kamery do rejestracji promieniowania X, bazującej na hybrydowych detektorach pikselowych, pracujących w trybie zliczania pojedynczych fotonów. Do odczytu krzemowych detektorów pikselowych wykorzystano specjalizowane układy scalone UFXC (*ang. Ultra-Fast X-ray Chip*), zaprojektowane w Katedrze Metrologii i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w ramach projektu nr PBS1/A3/12/2012. Ze względu na pożądane szerokie spektrum potencjalnych zastosowań, kamera ma budowę modułową, a wypracowane rozwiązania dotyczące sterowania i komunikacji z układem scalonym do odczytu detektorów pikselowych, umożliwiają stosunkowo łatwe konfigurowanie kamery i jej pracę w różnych trybach.

Autor w rozprawie doktorskiej opisuje szereg kroków badawczych prowadzących do zbudowania prototypowej kamery do rejestracji promieniowania X, pracującej w trybie zliczania pojedynczych fotonów. Prowadzone w ramach pracy doktorskiej badania obejmowały cztery główne etapy:

- testy specjalizowanych układów scalonych UFXC, zarówno na płytkach krzemowych (metody ostrzowe) jak i po pocięciu i podłączeniu pojedynczych układów scalonych do modułów testowych,
- opracowanie koncepcji modułowej budowy kamery do rejestracji promieniowania X, opartej o układ scalony UFXC oraz pikselowy detektor krzemowy,
- budowę dedykowanego procesora programowego sterującego pracą układów scalonych UFXC,
- przeprowadzenie szeregu testów z wykorzystaniem promieniowania X, mających na celu potwierdzenie poprawnego działania kamery w różnych trybach pracy.

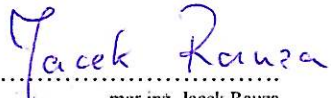
W oparciu o półautomatyczną stację pomiarową oraz specjalnie zaprojektowaną kartę testową, autor opracował system umożliwiający testowanie układów scalonych UFXC umieszczonych na płytkach krzemowych. Powyższe pomiary pozwoliły zidentyfikować kilkanaście układów scalonych nie nadających się do dalszego wykorzystania, jak również ustalić parametry użytkowe pozostałych układów

scalonych. Używając wyciętych z płytki krzemowej układów scalonych UFXC, autor przetestował ewentualny wpływ zastosowania technologii TSV na ich działanie.

Kolejny etap obejmował przedstawienie założeń projektowych oraz ogólnego schematu budowy prototypu kamery, jak również szczegółowe opisy poszczególnych modułów. Modułowy charakter kamery pozwolił na niezależne testy oraz optymalizację poszczególnych części kamery. Szczególny nacisk położono na rozmiary modułów. Dopasowanie szerokości modułu zasilającego i modułu układów scalonych z detektorem do szerokości dwóch układów scalonych oraz możliwość prostopadłego połączenia modułu kontrolnego ułatwi w przyszłości budowę kamer wielomodułowych.

Następnie autor po przeanalizowaniu wymagań oraz możliwych rozwiązań dotyczących sterowania układami scalonymi UFXC, zaimplementował w układzie logiki programowalnej dedykowany procesor programowy oraz opracował kompilator assemblera dla procesora programowego. Pozwoliło to połączyć jedną z głównych zalet procesorów, którą jest szybkość tworzenia i testowania kodu z główną zaletą układów programowalnych, jaką jest szybkość działania. Przemyślana architektura procesora programowego pozwoliła ograniczyć liczbę instrukcji assemblera do 15, a sumaryczną liczbę linii kodu programu procesora programowego dla wszystkich trybów odczytowych układu scalonego UFXC do około 150.

Ostatni etap polegał na potwierdzeniu poprawnej koncepcji i implementacji kamery poprzez wykonanie szeregu testów kamery z wykorzystaniem promieniowania X. W pierwszej kolejności, świecąc na detektor promieniowaniem X, wykonano wstępną charakteryzację wiązki promieniowania X. Następnie wykonano szereg skanów progiem dyskryminacji w celu scharakteryzowania pikseli w matrycy. Wyznaczono rozrzut poziomów stałych na wejściu dyskryminatorów w matrycy pikseli zarówno przed jak i po wykonaniu procedury korekcyjnej wspomnianych poziomów stałych. Zmierzono zakres regulacji wzmocnienia, wyznaczono wzmocnienie, szumy oraz określono liczbę niesprawnych pikseli w całej matrycy pikseli. Przy wybranych wartościach wzmocnienia, progu dyskryminacji oraz dla różnych trybów pracy (*standardowego, długiego licznika, pracy ciągłej*) wykonano rejestrację przykładowych obrazów. Prezentując wyniki pokazano duży zakres dynamiczny rejestrowanego obrazu, możliwość rejestracji promieniowania X przy zastosowaniu synchronizacji z zewnętrznymi zdarzeniami oraz możliwość obserwacji zdarzeń o złożonej dynamice na przykładzie rejestracji swobodnego spadku kropli wody.

  
mgr inż. Jacek Rauza