

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Układy scalone o wysokiej rozdzielczości energetycznej do pomiarów amplitudy i czasu z wykorzystaniem detektora promieniowania X

Celem wnioskowanego projektu są badania w kierunku nowych technik projektowania szybkich, ultraniskoszumnych wielokanałowych układów odczytowych do systemów obrazowania promieniowania z wykorzystaniem promieniowania X. Prace w ramach tego projektu będą się koncentrowały na poprawieniu rozdzielczości energetycznej tych układów, z jednoczesnym utrzymaniem dużej intensywności padającego promieniowania. Tego rodzaju techniki i urządzenia są obecnie bardzo aktualnym i ważnym tematem badań wielu instytutów naukowych i międzynarodowych przedsiębiorstw. Główną tendencją jest osiągnięcie bardzo wysokiej rozdzielczości spektrometrycznej w wyniku utrzymywania niskiego poziomu szumów. Jest to istotne dla szerokiego zastosowania w obrazowaniu medycznym, nauce o materiałach czy rentgenowskiej holografii fluorescencyjnej, jak również do opracowywania nowych leków, krystalografii włączając ostatnie badania nad COVID-19 ("The Complicated Story of Antibodies in COVID-19" 2020). Osiągnięcie tych parametrów jest szczególnie trudne biorąc pod uwagę wysoką częstotliwość wejściowych impulsów. Spełnienie tych wymagań prowadzi do rozwoju nowych technik wykraczających poza znane techniki redukcji szumów oraz sięganie po techniki układów analogowych wspomaganych cyfrowo, przetwarzania opartego na zdarzeniach, przetwarzania analogowo-cyfrowego w dziedzinie czasu czy wreszcie, systemowego podejścia oraz uwzględnienie projektowanego systemu jako całości. W zastosowaniach spektroskopowych jednorodność parametrów (między kanałami odczytowymi) ma kluczowe znaczenie dla skutecznego rozróżnienia linii widmowych promieniowania i wymaga starannego zaprojektowania z uwzględnieniem korekty efektów niedopasowania i kalibracji dla prawidłowego działania systemu odczytu.

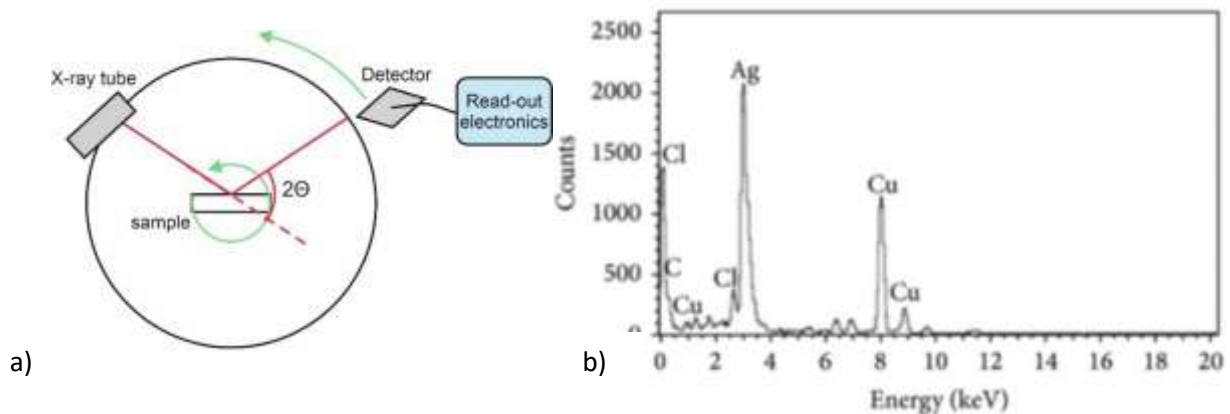


Figure 1 a) Zasada działania spektroskopii rentgenowskiej, b) przykładowe widmo energetyczne uzyskane w analizie spektroskopii rentgenowskiej (Singh, Sahu, and Thangaraj 2014).

W oparciu o prace symulacyjne pod kątem optymalizacji elektroniki (z wykorzystaniem narzędzi Cadence Virtuoso), prototypowy wielokanałowy (8 do 16 kanałów) specjalizowany układ scalony zostanie zaprojektowany, wyprodukowany oraz przetestowany. Testy prowadzone będą pod kątem weryfikacji funkcjonalnej, badania efektów podziału ładunku oraz parametrów szumowych. Testy będą mogły być przeprowadzone z wykorzystaniem femtosekundowych impulsów światła laserowego o skupionej wiązce, promieniowania synchrotronowego, źródeł promieniotwórczych oraz promieniowania X o różnych energiach.

Celem prac badawczych jest rozwój nowych układów odczytowych krzemowych detektorów paskowych promieniowania X do spektroskopii, krystalografii i obrazowania (uzyskiwania kolorowych obrazów dzięki nowej metodzie dyskretyzacji energii). Zwiększenie rozdzielczości energetycznej, dzięki poprawie parametrów szumowych, wymaga zastosowania nowego podejścia, projektowania z uwzględnieniem parametrów systemu oraz dokładnej analizy szumowej elementów spoza układu scalonego. Zapewnienie lepszych parametrów szumowych jest szczególnym wyzwaniem, jeśli dodatkowo należy zapewnić szybką pracę układu odczytowego, jak również biorąc pod uwagę ograniczenia takie jak rozpraszana moc i ograniczone rozmiary kanału odczytowego. Możliwość poprawy właściwości spektrometrycznych systemu, jak większa rozdzielczość przestrzenna, dzięki zaadresowaniu efektów podziału ładunku, czy zastosowanie układów analogowych wspomaganych cyfrowo i nowego podejścia do pomiarów czasu.