

Celem niniejszego projektu jest opracowanie i realizacja nowej koncepcji układu scalonego w technologii nanometrycznej, posiadającego architekturę pikselową, który rejestrując impulsy elektryczne generowane przez fotony/cząstki, będzie zapewniał równocześnie detekcję pozycyjną jak i dokładny pomiar czasu przyjscia fotonów/cząstek (ToF) z wykorzystaniem konwerterów TDC (*Time to Digital Converter*).

Konwertery TDC są wykorzystywane do rejestracji czasu nadejścia fotonu (np. promieniowanie rentgenowskie, podczerwień) lub cząstki, przy czym detekcję pozycyjną zapewnia pikselowa architektura detektora. Biorąc pod uwagę duże matryce pikselowe (zawierające w przyszłości tysiące lub nawet miliony pikseli), istotne jest opracowanie odpowiedniego konwertera TDC, który mógłby pracować w każdym pikselu niezależnie. Pozwoli to na redukcję czasu martwego poszczególnych pikseli w matrycy do niezbędnego minimum. Kluczowymi w tym przypadku parametrami TDC są: dobra rozdzielczość na poziomie pikosekund, niewielka powierzchnia na krzemie i niski pobór mocy. Proponowany układ scalony o architekturze pikselowej dostosowany będzie do współpracy z detektorami hybrydowymi. Detektor hybrydowy składa się z dwóch komponentów (połączonych np. techniką *bump-bondingu*): elementu detekcyjnego o architekturze pikselowej (zapewniającego szybką konwersję wpadających fotonów/cząstek na impulsy elektryczne i dostosowanego np. do spektrum energetycznego rejestrowanych fotonów) oraz wielokanałowego specjalizowanego układu scalonego również o architekturze pikselowej, w którym każdy z pikseli odczytowych będzie podłączony do piksela elementu detekcyjnego i będzie przetwarzał kolejno przychodzące impulsy. W proponowanym rozwiązaniu powierzchnia zajmowana przez TDC będzie minimalizowana (tak aby zmieścić się w strukturze pikseli z odległością 50-100 μm), bowiem jak pokazują trendy rozwojowe takich struktur rozmiar piksela będzie ciągle zmniejszany.

Pomiary czasu przyjscia fotonów/cząstek znajdują zastosowanie w systemach wizyjnych 3D, nowej generacji systemów pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) z TOF, detektorach dla eksperymentów fizyki wysokiej energii, mikroskopii wysokiej rozdzielczości, obrazowaniu w bliskiej podczerwieni, spektroskopii ramanowskiej, systemach bezpieczeństwa i wielu innych. Przykładowo zastosowanie systemu precyzyjnego pomiaru czasu (TOF) w pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) znacząco poprawia zarówno kontrast, jak i rozdzielczość rejestrowanego obrazu. Wyniki ich badań będą prezentowane na znaczących międzynarodowych konferencjach serii IEEE i w regularnych artykułach z JCR, ale także przyniosą one istotne odpowiedzi na główne pytania stawiane mikroelektronice w odniesieniu do sposobu projektowania i wdrażania szybkich, mieszanych układów scalonych. Nowe rozwiązania i metody opracowane w ramach projektu, ze względu na ich uniwersalne właściwości, mogą być wykorzystywane w przyszłości w innych zastosowaniach, gdzie istotne jest szybkie przetwarzanie sygnału przy założeniu minimalizacji mocy i zachowaniu wysokiej precyzji czasowej.