

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt:  
“New pixel detectors in SOI technology for particle physics applications”

Detektory półprzewodnikowe odgrywają ważną rolę w wielu dziedzinach nauki i badań. Różnorodność dostępnych technologii półprzewodnikowych umożliwia produkcję urządzeń, które odpowiadają surowym wymaganiom eksperymentów naukowych. Do zastosowań fizyki cząstek, detektory muszą wykazać się bardzo dobrą wydajnością rejestracji promieniowania jonizującego, bardzo dobrą rozdzielczością czasową i przestrzenną, rzeczywistym 2-wymiarowym odczytem, odpornością na promieniowanie i niską masą. Wymagania te są często ze sobą sprzeczne i można je przewyciężyć jedynie przez poszukiwanie nowych detektorów i nowych technologii. W ciągu ostatniej dekady, znaczące działania badawczo-rozwojowe miały miejsce w dziedzinie technologii „Silicon On Insulator” (SOI) CMOS i poskutkowały poprawą wielkości i rezystywności wafla krzemowego, odporności radiacyjnej i rozdzielczości przestrzennej. Korzystając z warstwy izolatora „Buried Oxide” (BOX) separującej układ elektroniczny od podłoża, można wybrać podłoże, które ma wymagane właściwości. SOI jest idealnym wyborem dla wytwarzania monolitycznych detektorów pikselowych w celu zastąpienia pikselowych detektorów hybrydowych stosowanych obecnie w eksperymentach Fizyki Wysokich Energii (HEP).

Nowatorskie monolityczne detektory pikselowe CMOS projektowane w KEK w Japonii i produkowane w Lapis Semiconductor przy użyciu technologii 200 nm SOI zostały przedstawione w tej rozprawie. Potencjał technologii SOI CMOS został z powodzeniem zademonstrowany poprzez projekty różnych nowatorskich detektorów pikselowych, które stopniowo wchodzi w fazę zastosowania. Należą do nich detektory całkujące INTPIX oraz DIPIX, jak również nowatorskich detektory liczące cząstki promieniowania CNTPIX. Rozwój detektorów pikselowych typu całkującego jest interesujący dla fizyków, ponieważ łączy optymalizację projektowania z prostotą produkcji, co oznacza niższe koszty i zmniejszenie budżetu materiału detektora.

W tej pracy doktorskiej przedstawiona jest charakterystyka i działanie detektorów pikselowych typu całkującego (tj. INTPIX3a, INTPIX3b i DIPIX). Jak również przedstawiono za pomocą symulacji wykonanych w technologii Computer Aided Design (TCAD), metodę zapobiegania efektowi „back gate effect”, który ogranicza stosowanie dużych napięć polaryzacji i skutkuje tylko częściowym zubożeniem detektora. Oba detektory (INTPIX3a i INTPIX3b) składają się z kilku topologii pikseli, różniących się wymiarem implantu p+ i BPW (Buried P-Well). Wyniki testów z wszystkich regionów detektorów zostały uzyskane przy użyciu widzialnego lasera i źródła promieniotwórczego AM-241, a następnie porównane. Przeprowadzono również pomiary parametrów elektrycznych obu prototypowych detektorów. Detektory DIPIX zostały wykonane na trzech podłożach krzemowych o różnej rezystywności (CZ-n, FZ-N i FZ-P). Zostały one pomierzone z użyciem lasera widzialnego i podczerwonego w celu zbadania ich napięcia pełnego zubożenia. Przedstawiono również wyniki pomiarów ekwiwalentnego ładunku szumowego (ENC) i prądu pikseli w trzech różnych temperaturach (tj. 20 °C, 5 °C i -20 °C). Wyniki pomiarów pokazują, że technologia SOI może być dobrym wyborem dla przyszłych zastosowań.