

mgr inż. Roma Bugiel
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH
Katedra Oddziaływań i Detekcji Cząstek

„Beam test studies of monolithic pixel structures for CLIC vertex detector”

CLIC (*The Compact Linear Collider*) jest międzynarodowym projektem liniowego zderzacza leptonów, który miałby zostać zbudowany w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych (CERN) w pobliżu Genewy. W CLIC zderzane mają być pozytony i elektrony z maksymalną energią w środku masy równą 3 TeV dla ostatniego stopnia. Obecnie projekt jest w intensywnej fazie rozwoju zarówno pod kątem akceleratora, jak i detektorów. Ostateczna decyzja na temat budowy CLIC ma zapaść w najbliższym czasie.

Jednym z najbardziej wymagających detektorów dla CLIC jest detektor wierzchołka, położony najbliżej punktu zderzenia wiązek. Szacuje się, że aby spełnić fizyczne założenia eksperymentu, detektor wierzchołka powinien cechować się rozdzielczością przestrzenną lepszą niż 3 μm , rozdzielczością czasową poniżej 10 ns oraz budżetem materiałowym nie większym niż 200 μm , biorąc pod uwagę kable, system chłodzenia oraz statyw. Z uwagi na fakt, że wymagania te są obecnie stosunkowo trudne do osiągnięcia, testuje się wiele różnych technologii detektorowych, w tym rozwiązania monolityczne. W porównaniu do najbardziej popularnych detektorów hybrydowych, detektory monolityczne integrują elektronikę odczytu oraz matrycę sensorów na tym samym waflu krzemowym. Dzięki temu nie jest wymagany proces *bump-bondingu*, co pozwala zmniejszyć budżet materiałowy detektora, a przez to ograniczyć rozpraszanie cząstek na jego objętości.

Głównym przedmiotem niniejszej rozprawy jest analiza danych z testów na wiązce monolitycznego detektora krzemowego w japońskiej technologii Lapis 200 μm *Silicon-On-Insulator* (SOI) CMOS. W porównaniu do standardowej struktury CMOS, SOI wprowadza warstwę izolatora, separującą podłoże od cienkiej warstwy krzemu przeznaczonej na elektronikę. Dzięki temu, że dobór waflu krzemowego na elektronikę i podłoże jest w SOI CMOS dowolny, istnieje możliwość zaimplementowania wysokorezystywnego podłoża dedykowanego dla matrycy sensorów. Taka struktura staje się bardzo dobrym kandydatem do produkcji monolitycznych detektorów krzemowych.

Przedmiotem badań przedstawionych w pracy są dwa prototypy detektorów SOI CMOS, zaprojektowanych w Krakowie, wyprodukowanych w Japonii, a następnie przetestowanych na wiązce w CERN w Szwajcarii. Testy na wiązce odbyły się dwukrotnie, w 2016 oraz w 2017 roku, w kolaboracji z grupą CLICdp. Głównym celem pracy było zweryfikowanie, czy mierzone prototypy są w stanie osiągnąć rozdzielczość przestrzenną wymaganą przez detektor wierzchołka dla eksperymentu CLIC. Detektory posiadały matryce 16 na 38 pikseli, każdy o wymiarze 30 μm na 30 μm oraz zostały wyprodukowane na różnych podłożach krzemowych (*Floating Zone* typu n oraz *Double SOI* typu p). Zmierzona rozdzielczość przestrzenna wynosiła około 2.1 – 2.7 μm w zależności od typu testowanego detektora. Efektywność została oszacowana na około 96 – 98 %. Uzyskane wyniki wskazują na to, że SOI CMOS jest bardzo obiecującą technologią dla detektora wierzchołka eksperymentu CLIC.

16.05.2019, Kraków