

DMAPS

Entwicklung eines ultraschnellen monolithischen CMOS Pixeldetektors für ionisierende Strahlung

Programm / Ausschreibung	FORPA, Forschungspartnerschaften NATS/Ö-Fonds, FORPA NFTE2018	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.03.2020	Projektende	28.02.2023
Zeitraum	2020 - 2023	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	DMAPS, CMOS, Pixeldetektor, Ion imaging, HEP		

Projektbeschreibung

Teilchendetektoren auf Basis der Siliziumtechnologie sind ein großer Erfolg sowohl für die experimentelle Hochenergiephysik (HEP) als auch für die medizinische Bildgebung. Das Institut für Hochenergiephysik (HEPHY) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) spielt in beiden Bereichen eine wichtige Rolle mit seiner Beteiligung an mehreren HEP-Experimenten wie CMS am CERN (Schweiz) und Belle-II am KEK (Japan) sowie einer Zusammenarbeit mit dem österreichischen Krebsbehandlungszentrum MedAustron und mehreren Wiener Universitäten zur Entwicklung einer bildgebenden Methode mit Ionenstrahlen.

Für beide Bereiche sind die eigentlichen Siliziumdetektoren kundenspezifische Entwicklungen von Wissenschaftlern, die von spezialisierten Unternehmen hergestellt werden. Auftreffende Ionen oder andere Teilchen erzeugen in ihnen ein elektrisches Signal, das zu speziellen ASICs (Application Specific Integrated Circuits) geleitet werden muss, die die Signale zunächst zu verstärken und weitere Schritte durchzuführen. Diese ASICs müssen sehr nah an die Siliziumdetektoren platziert werden und mit diesen elektrisch verbunden sein. Diese Verbindungen, entweder mittels sogenanntem Fine-Pitch-Bump-Bonding für Pixeldetektoren oder mittels Wire-Bonding für Streifensensoren, sind teuer, zeitaufwendig und fehleranfällig. Darüber hinaus bedeuten die ASICs zusätzliches "totes" Material im Detektor, das die Leistung des Gesamtsystems beeinträchtigt oder den Aufbau großer aktiver Detektorflächen ohne Lücken unmöglich macht.

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines Pixeldetektor-Prototyps zur Messung ionisierender Strahlung auf Basis eines hochohmigen Siliziumsubstrats, das mittels handelsüblicher CMOS-Prozesse verarbeitet wird. Dieser so genannte Depleted Monolithic Active Pixel Sensor (DMAPS) integriert sowohl den aktiven Teilchendetektor als auch den ASIC-Teil in einem Gerät und würde alle oben beschriebenen Probleme lösen. Es würde hohe Teilchenraten ermöglichen, da die sehr kleinen Pixel nicht anfällig für sogenannte Belegungsprobleme oder Datenaufstau sind. DMAPS werden kommerziell produziert, was außerdem ein Kostenvorteil ist.

Der Einsatz von DMAPS-Sensoren in der medizinischen Bildgebung ist hochinnovativ und wurde bisher nicht umfassend getestet. Damit wird es in Zukunft möglich, bildgebende Systeme zu implementieren, die mit nominalen Ionenstrahlintensitäten arbeiten, was für den klinischen Einsatz eines solchen Systems auf lange Sicht unerlässlich ist. Darüber hinaus wird mit diesem Projekt der Grundstein für zukünftige F&E im Bereich HEP-Tracking-Detektorsysteme am HEPHY gelegt, da DMAPS Sensoren in diesem Bereich ebenfalls von hoher Relevanz sein werden.

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften