

T 65: Halbleiterdetektoren: Neue Materialien und Konzepte

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: ZHG 001

T 65.1 Mi 16:45 ZHG 001

Dünne Silizium-Sensoren und 3D-Integration für den ATLAS Pixel-Detektor am HL-LHC — ●PHILIPP WEIGELL¹, LADISLAV ANDRICEK², ANNA MACCHIOLO¹, HANS-GÜNTHER MOSER², RICHARD NISIUS¹ und RAINER RICHTER² — ¹Max-Planck-Institut für Physik, München, Deutschland — ²MPI Halbleiterlabor, München, Deutschland

Die geplante Steigerung der Luminosität des LHC Beschleunigers am CERN, HL-LHC, führt zu einer zehnfach erhöhten Intensität der sekundären Hadronen im ATLAS Spurdetektor. Dies macht neue strahlenresistentere Pixelsensoren nötig, da die zur Zeit verwendeten 250 μm dicken Silizium-Sensoren auf Grund steigender Dunkelströme, niedriger Sammeleffizienzen und hoher Depletionsspannungen nicht mehr effizient betrieben werden können. Eine weitere Herausforderung ist die etwa fünffach größere Fläche des geplanten neuen Pixeldetektors die preiswertere Detektoren bedingt.

Unser dafür entwickeltes neuartiges Detektorkonzept nutzt gedünnte n-in-p Siliziumsensoren (75 μm und 150 μm Dicke), deren Funktion nach intensiver Bestrahlung weniger beeinträchtigt wird. Die Sensoren und Auslesechips werden mittels einer innovativen vertikalen Integrations-Technologie, ICV-SLID, zu Detektormodulen verbunden.

Neben den ersten mit dem SLID Verfahren verbundenen Pixeldetektoren mit einer aktiven Dicke von nur 75 μm werden vor allem Ladungsmessungen von dünnen bestrahlten Sensoren vorgestellt. Diese zeigen eine erhöhte Sammeleffizienz im Vergleich zu Sensoren üblicher Dicke.

T 65.2 Mi 17:00 ZHG 001

Messungen an bestrahlten n^+ -in- n ATLAS Silizium-Pixelsensoren mit unbestrahlter Ausleseelektronik unter Benutzung eines passiven Fanout-Chips — SILKE ALTENHEINER, CLAUS GÖSSLING, REINER KLINGENBERG, TOBIAS LAPSIN, ●TILL PLÜMER, ANDRÉ RUMMLER, GEORGE TROSKA und TOBIAS WITTIG — TU-Dortmund, Experimentelle Physik IV, Dortmund

ATLAS ist einer der vier großen Detektoren am LHC. Sein innerer Vertexdetektor ist in Form eines hybriden Silizium-Pixeldetektor ausgeführt. Als Vorbereitung auf das HL-LHC Upgrade soll im Laufe der nächsten Jahre der vollständige Austausch des Pixeldetektors vorbereitet werden. Hierbei ist es gefordert, dass die innerste Lage Fluenzen bis zu $2 \times 10^{16} n_{eq} \text{cm}^{-2}$ aushalten kann. Um die Einflüsse von mittels Bumpbonds verbundenem Sensor und Ausleseelektronik in der F&E auseinander halten zu können, wurde ein Werkzeug (Fanout) entwickelt. Dieser erlaubt es, unbestrahlte Ausleseelektronik (entweder diskret analoge oder Streifenanaloge) reversibel und ohne die für Flip-Chip-Montage notwendige Wärmeeinwirkung an den bestrahlten Sensor anzuschließen. Das Fanout-System wird vorgestellt und erste Messungen mit demselben sollen gezeigt werden.

T 65.3 Mi 17:15 ZHG 001

Studies of proton irradiated n^+ -in- n planar pixel sensors for the ATLAS upgrade — ●SILKE ALTENHEINER, CLAUS GÖSSLING, REINER KLINGENBERG, TOBIAS LAPSIN, TILL PLÜMER, ANDRÉ RUMMLER, and TOBIAS WITTIG — Experimentelle Physik IV, TU Dortmund, D-44221 Dortmund

The ATLAS experiment at the LHC is planning upgrades of its pixel detector to cope with the luminosity increase foreseen in the coming years within the transition from LHC to HL-LHC. Associated with an increase in instantaneous luminosity is a rise of the target integrated luminosity which directly translates into significant higher radiation damage. These upgrades consist of the installation of a 4th pixel layer, the insertable b-layer IBL, with a mean sensor radius of only 32 mm from the beam axis. Being very close to the beam, the radiation damage of the IBL sensors might be as high as $5 \cdot 10^{15} n_{eq} \text{cm}^{-2}$ at their end-of-life. The total fluence of the innermost pixel layer after the HL-LHC upgrade might even reach $2 \cdot 10^{16} n_{eq} \text{cm}^{-2}$. We have performed systematic measurements of proton irradiated planar pixel SingleChips with the FE-I4 readout chip. First results from lab measurements as well as testbeam measurements will be presented.

T 65.4 Mi 17:30 ZHG 001

Charakterisierung von planaren- und 3d-Sensor-Modulen für das ATLAS Pixeldetektor Upgrade — ●DAVID-LEON POHL¹, MALTE BACKHAUS¹, JÖRN GROSSE-KNETTER², FABIAN HÜGGING¹,

JENS JANSSEN¹, HANS KRÜGER¹, JENS WEINGARTEN² und NORBERT WERMES¹ — ¹Physikalisches Institut, Universität Bonn — ²Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Der ATLAS Pixeldetektor wird 2013 um eine zusätzliche 4. Fassung aus hybriden Silizium-Pixel-Detektoren erweitert, um nach der Erhöhung der Luminosität auf $10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ und den nicht zu vermeidenden Strahlenschäden eine ausreichende Spurrekonstruktionseffizienz zu gewährleisten. Die zusätzliche Lage ('Insertable B-Layer', kurz: IBL) befindet sich nur 3,1 cm von der Strahlachse entfernt. Dies stellt hohe Anforderungen an die Strahlenhärte ($5 \cdot 10^{15} n_{eq}$), den Materialaufwand ($< 2\% X/X_0$) und die Pile-Up Unterdrückung. Daher wurden im Rahmen des IBL Projekts neuartige Sensoren (gedünnt, 3d-Silizium, Diamant) auf ihre Einsatzfähigkeit untersucht und ein neuer Pixelauslesechip (FE-I4) entwickelt. Der IBL soll 2013/14 fertig gestellt werden und aus 168 2-Chip Modulen und 112 1-Chip Modulen bestehen. Die 2-Chip Module sind mit planaren n-in-n Siliziumsensoren realisiert und die 1-Chip Module mit 3d-Siliziumsensoren (CNM/FBK). Prototypen dieser Module wurden charakterisiert und die Ergebnisse werden in dem Vortrag vorgestellt.

T 65.5 Mi 17:45 ZHG 001

Upgrade of the ATLAS Silicon Strip Detector for the LHC High Luminosity Phase — ●CONRAD FRIEDRICH — DESY, Zeuthen

Titel: Upgrade of the ATLAS Silicon Strip Detector for the LHC high luminosity phase

According to current planning a major machine upgrade of the LHC towards the so-called High Luminosity LHC (HL-LHC) is foreseen for the years around 2022/23. The upgrade plans involve an extension of the physics program by approximately another 10 years, targeting a total recorded integrated luminosity of 3000fb^{-1} per experiment (CMS/ATLAS). This is to be achieved by increasing the instantaneous luminosity up to $5 \cdot 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$. The machine upgrades also result in increased technical requirements for the experiments and make upgrades to their detectors indispensable. The ATLAS experiment plans to replace the whole Inner Detector by a new all-silicon tracker, the design of which is driven by the higher demands on radiation hardness and granularity to guarantee good tracking performance in an environment of extremely increased particle densities. The talk will focus on the challenges involved in the design and development towards a new Silicon micro-strip detector envisaged to replace the current ATLAS Silicon Strip (SCT) and Transition Radiation (TRT) Trackers. An overview of the ongoing work in the construction and testing of prototype detector modules and related read-out and powering electronics for the barrel part, as well as plans towards an upgrade of the SCT end-caps will be presented.

T 65.6 Mi 18:00 ZHG 001

Untersuchungen zur Ladungsmultiplikation bei hochbestrahlten Siliziumstreifensensoren — ●LOKMAN ALTAN, TOBIAS BARVICH, FELIX BÖGELSPACHER, WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLAMM, KARL-HEINZ HOFFMANN und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Durch den Ausbau des LHC zum HL-LHC (high luminosity) am CERN wird die Strahlenbelastung an den Siliziumstreifensensoren gesteigert. Die Luminosität wird dabei in den nächsten Jahren um mindestens einen Faktor fünf erhöht ($L = 5 \cdot 10^{34} / \text{cm}^2 \text{s}$). Die heutigen Siliziumstreifensensoren können dieser immensen Strahlenbelastung auf Dauer nicht standhalten und können schon nach kurzer Zeit ihre volle Leistungsfähigkeit nicht mehr abrufen. Die zu entwickelnden Sensoren müssen in Zukunft einer Fluenz von bis zu $10^{16} n_{eq} / \text{cm}^2$ standhalten. Entscheidend für die weitere Entwicklung der Siliziumstreifensensoren ist der Einfang freier Ladungsträger an Defekten, die durch die Strahlung induziert werden.

Nach neusten Messungen wird erkennbar, dass die Ladungssammlungseffizienz nach Bestrahlung größer ist und somit eine größere Anzahl an Ladungen nachgewiesen wird. In dieser Arbeit werden die Eigenschaften der Ladungsmultiplikation im Hinblick auf verschiedene Geometrien und Prozessierungsschritte der Streifensensoren bei unterschiedlicher Bestrahlung untersucht.

T 65.7 Mi 18:15 ZHG 001

Lorentzwinkelmessungen an gemischt bestrahlten Streifensensoren — TOBIAS BARVICH¹, FELIX BÖGELSPACHER¹, WIM DEBOER¹, ALEXANDER DIERLAMM¹, FRANK HARTMANN¹, KARL-HEINZ HOFFMANN¹, THOMAS MÜLLER¹, ●ANDREAS NÜRNBERG¹, MIKE SCHMANAU¹, MAX SCHMENGER¹, THEO SCHNEIDER² und PIA STECK¹ — ¹Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT — ²Institut für Technische Physik (ITEP), KIT

Durch den geplanten Ausbau des LHC zum HL-LHC werden die Siliziumdetektoren des CMS-Spurdetektors noch höheren Teilchenflüssen ausgesetzt sein, als bisher. Für den notwendigen Austausch des Detektors werden gegenwärtig verschiedene Siliziummaterialien auf ihre Strahlendauerhaftigkeit und auf ihre Eignung als mögliches Sensormaterial für den neuen Detektor untersucht. Die Siliziumsensoren sind dem 3.8T starken Magnetfeld innerhalb des Detektors ausgesetzt, weshalb die Ortsauflösung des Spurdetektors durch den Lorentzwinkel beeinflusst wird. Aus diesem Grund wurden Lorentzwinkelmessungen bei Magnetfeldstärken bis 8T an gemischt bestrahlten Streifensensoren durchgeführt. Bisher deckt die Studie gemischt bestrahltes floatzone Material sowie protonbestrahltes floatzone und magnetic-czochralski Material ab. Dieser Vortrag gibt eine Übersicht über die bisher gewonnenen Ergebnisse.

T 65.8 Mi 18:30 ZHG 001

Einfluss von Strahlenschäden und Annealingzeiten auf die Ladungssammlungseffizienz und das Signal-zu-Rauschen-Verhältnis von Siliziumstreifensensoren unterschiedlicher Materialien — TOBIAS BARVICH, FELIX BÖGELSPACHER, WIM DEBOER, ALEXANDER DIERLAMM, ROBERT EBER, ●SABINE FRECH, KARL-HEINZ HOFFMANN, THOMAS MÜLLER und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Die heutigen Siliziumstreifensensoren sind für den Ausbau des LHC am CERN zum HL-LHC (High luminosity-LHC) nicht mehr geeig-

net, da sie auf Grund der hohen Strahlenbelastung schon nach kurzer Zeit nicht mehr ausreichend Signale liefern können. Daher müssen neue Sensoren entwickelt werden, die der höheren Luminosität und der damit verbundenen höheren Strahlenbelastung standhalten können. Im Rahmen der CMS-Tracker-Kollaboration werden nun Messungen durchgeführt, um das geeignetste Material für Siliziumstreifensensoren für den verbesserten Spurdetektor am CMS zu ermitteln. Es wurden Sensoren sowohl rein mit Protonen, rein mit Neutronen als auch gemischt (mit Protonen und Neutronen) bestrahlt, um wichtige Sensoreigenschaften, wie zum Beispiel die Ladungssammlungseffizienz, das Signal-zu-Rauschen-Verhältnis, Leckstrom und Annealingverhalten zu untersuchen, die mittels AliBaVa-Auslesesystem gemessen wurden. Im Folgenden werden die Messergebnisse von Siliziumstreifensensoren aus den Materialien "Float-Zone" und "Magnetic-Czochralski" verschiedener Dicken (200 – 320 μ m) verglichen.

T 65.9 Mi 18:45 ZHG 001

Untersuchungen zur Strahlendauerhaftigkeit von Silizium Photomultiplier Arrays — ●MIRCO DECKENHOFF und ROBERT EKELHOF — Experimentelle Physik 5, TU Dortmund

Tracking Module aus szintillierenden Fasern mit Silizium Photomultiplier (SiPM) Auslese werden derzeit als Option für ein Upgrade des LHCb-Detektors entwickelt. Um eine Ortsinformation zu erhalten, verwendet man hierzu Arrays von SiPMs. Wegen der zu erwartenden hohen Belastungen ist die Untersuchung der Strahlendauerhaftigkeit dieser SiPM-Arrays von entscheidender Bedeutung.

Im Anschluss an erste Bestrahlungstests der Lichtdetektoren mit Elektronen (ELBE-Quelle Dresden) und Protonen (Centre Antoine Lacassagne, Nizza und Forschungszentrum Garching) wurde ein SiPM-Array am LHCb-Detektor angebracht. Im Vortrag sollen die Ergebnisse dieser in situ Untersuchungen sowie mögliche Konsequenzen für die Verwendung von Silizium Photomultiplier Arrays präsentiert werden.