

T 63: Strahlenhärte von Halbleiterdetektoren I

Zeit: Dienstag 16:45–19:15

Raum: HG ÜR 6

T 63.1 Di 16:45 HG ÜR 6

Untersuchung von 3D Siliziumdetektoren mit IR-Laser und analogen Auslesesystem — ●MICHAEL BREINDL, KARL JAKOBS, MICHAEL KOEHLER, ULRICH PARZEFALL, JENS PREISS, MICHEL WALZ und LIV WIJK — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

In ca. 10 Jahren soll die Luminosität des Large Hadron Collider (LHC) um den Faktor 10 erhöht werden. Da hierdurch die Strahlenbelastung für die inneren Detektoren deutlich zunimmt müssen neue Detektor-konzepte geprüft und entwickelt werden, die diesen Anforderungen ge-nügen. In diesem Zusammenhang werden unter anderem auch verschie-dene Arten von 3D Siliziumdetektoren entwickelt und untersucht. Das 3D-Konzept sieht säulenartige Elektroden vor, die möglichst durch den ganzen Sensor geätzt werden. Die zu erzeugende Verarmungszone und die Driftstrecke der erzeugten freien Ladungsträger reduziert sich dabei auf den Abstand zwischen den Elektroden. Dadurch wird der Einfluss der Strahlenschäden, wie Trapping und Anstieg der Verarmungsspan-nung, auf die Detektoreigenschaften vermindert. Das Augenmerk liegt hierbei vor allem auf n-in-p Sensoren, da diese eine schnellere Ladungs-sammlung sowie eine bessere Funktionalität bei unvollständiger Verarm-ung versprechen. In diesem Vortrag werden Funktion und Ergebnisse von Messungen mit einem IR-Laser präsentiert, bei denen die Homo-genität der Ladungssammlung in Abhängigkeit von der Position des Laserstrahls über der Detektoroberfläche im Vordergrund steht. Dabei wird auch kurz auf das verwendete analoge ALiBaVa Auslesesystem eingegangen.

T 63.2 Di 17:00 HG ÜR 6

Teststrahlungsmessungen mit bestrahlten 3D Silizium-Streifendetektoren — ●MICHAEL KÖHLER, KARL JAKOBS, ULRICH PARZEFALL und LIV WIJK — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Für die innersten Lagen der Spurdetektoren am sLHC, dem für etwa 2019 geplanten Luminositätsupgrade des LHC, werden Detektoren mit ausgeprägter Strahlenhärte benötigt. Eine Option dafür stellen Silizi-umsensoren in 3D-Technologie dar. Dabei werden säulenartige Elek-troden in den Sensor geätzt, wodurch die Driftstrecke der erzeugten Ladungsträger auf den Abstand zwischen den Säulen begrenzt wird. Der Vorteil gegenüber herkömmlichen Siliziumdetektoren mit Elektroden auf der Vor- und Rückseite des Sensors äußert sich in einer ver-minderten Verarmungsspannung sowie einer geringeren Abschwächung des Signals durch Einfangen der Ladungsträger an Kristall-Defekten.

In diesem Vortrag werden Ergebnisse von Teststrahlungsmessungen mit 3D Silizium-Streifendetektoren vor und nach Bestrahlung mit einer Fluenz von $2 \cdot 10^{15} \text{ Neq/cm}^2$ präsentiert. Teststrahlungsmessungen bieten die Möglichkeit, das Detektorverhalten in einer realistischen Umge-bung zu untersuchen. Beobachtungen von deutlich erhöhtem Signal des bestrahlten Detektors deuten auf Ladungsträger-Vervielfachung hin.

T 63.3 Di 17:15 HG ÜR 6

Messung der Strahlenhärte von 3D Siliziumdetektoren an ei-ner Betaquelle mit analoger Auslese — ●JENS PREISS, MICHAEL BREINDL, KARL JAKOBS, MICHAEL KÖHLER, ULRICH PARZEFALL, MI-CHEL WALZ und LIV WIJK — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Durch höhere Energien und Luminositäten an Teilchenbeschleunigern wird auch die Anforderung an die Detektoren größer. Insbesondere beim LHC-Upgrade, das eine 10-fach höhere Luminosität als der LHC erreichen soll, werden extrem stahlenharte Detektoren benötigt. Eine Alternative zu den konventionellen planaren Detektoren, die im LHC eingesetzt werden, sollte betrachtet werden.

Eine potentielle Lösung stellen die 3D-Siliziumdetektoren dar. Die 3D-Sensoren erhalten ihre Struktur durch in den Bulk geätzte Säulen, an denen der p-n Übergang erzeugt wird. Die Verarmung findet nun zwischen den Säulen statt, wodurch eine niedrigere Verarmungsspan-nung als bei planaren Detektoren möglich ist. Die kürzere Driftzeit verringert den Einfluss des Trappings und verbessert somit die La-dungssammlung.

Zur Untersuchung der Detektoreigenschaften wird eine Sr90-Quelle benutzt. Die emittierten Elektronen erzeugen Ladungen im Sensor, die an den Elektroden eingesammelt werden. Die Auslese der gesammelten Ladungen erfolgt mit dem ALiBaVa-System, welches auf dem analogen Beetle-Chip basiert. Die für die Funktionstüchtigkeit wichtigen Eigen-schaften von verschieden bestrahlten 3D-Detektoren und deren analoge Auslese an einer Betaquelle werden im Vortrag behandelt.

T 63.4 Di 17:30 HG ÜR 6

Comparison of Diamond, 3D-Silicon and Planar-Silicon Sen-sors for ATLAS Trackers of Super Large Hadron Collider — ●JIEH-WEN TSUNG, FABIAN HÜGGING, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut der Universität Bonn, Nussallee 12, 53115 Bonn

The charge collection performance of Diamond, 3D-Si and Planar sen-sors are compared in this research. The aim is to find the sensor with highest radiation tolerance for ATLAS trackers for super Large Hadron Collider, which should resist 10^{16} Neq/cm^2 of particle flux, when it is 3 cm away from the interaction point. The candidates are scCVD di-iamond, pCVD diamond, Planar n-on-n and n-on-p Silicon, and 3D-Silicon with 2, 3, and 4 electrodes per pixel. After assembling these sensors to hybrid pixel detectors using ATLAS FE-I3 readout electron-ics, all devices undergo an extended characterization and irradiation program. To obtain signal to noise ratio (S/N) of all the devices, the charge collection efficiency is measured using a m.i.p. like ^{90}Sr ra-dioactive source, and the electronic noise per pixel is measured using ATLAS standard readout system. The devices are irradiated at Karl-sruhe Irradiation Center with a 25MeV proton beam. The irradiation will be done in steps until the target fluence. The S/N ratio of all kinds of sensors versus increasing radiation dose are compared. The results of comparison will be presented in this talk.

T 63.5 Di 17:45 HG ÜR 6

Annealing studies on 23 GeV proton irradiated epitaxial silicon diodes — ●CRISTINA PIRVUTOIU^{1,2}, ALEXANDRA JUNKES¹, VOLODYMYR KHOMENKOV¹, and ROBERT KLANNER¹ — ¹Institute for Experimental physics, Detector Laboratory, University of Hamburg, Hamburg 22761 — ²Marie Curie Initial Training Network

Epitaxial (Epi) silicon is considered to be an option for sensors in high energy physics experiments at the super Large Hadron Collider due to its high radiation hardness. In order to understand the prop-erties of such sensors and the radiation induced damage, we investi-gated standard epitaxial (Epi-St) and oxygen enriched epitaxial (Epi-Do) material with 100 and 150 μm thickness by Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS). The irradiations were carried out at the PS at CERN with 23 GeV protons with fluences of 6.4 10^{11} cm^{-2} . We per-formed macroscopic measurements like capacitance-voltage (CV) and current-voltage characteristics (IV) to obtain the sensor properties (de-pletion voltage, leakage current, effective doping concentration) and DLTS measurements in order to obtain the defect properties (defect concentration, cross section, activation energy). Isothermal annealing was performed at 800 C up to annealing times of 30 minutes followed by isochronal annealing up to 4000C. At low annealing temperatures, we found a correlation between two defect levels and the leakage cur-rent, while we followed the annealing out of the divacancy (V2) and the transformation into the x-defect at higher temperatures.

T 63.6 Di 18:00 HG ÜR 6

Characterization and spice simulation of a single-sided, p+ on n silicon microstrip detector before and after low-energy photon irradiation — ●JIAGUO ZHANG^{1,2}, ROBERT KLANNER¹, and ECKHART FRETWURST¹ — ¹Institute for Experimental Physics, De-tector Laboratory, University of Hamburg, Hamburg 22761 — ²Marie Curie Intial Training Network (MC-PAD)

As preparation for the development of silicon detectors for the harsh radiation environment at the European XFEL (up to 1 GGY 12 keV X-rays) p+ on n silicon microstrip detectors were characterized as func-tion of dose. The measurements, which include dark current, coupling capacitance, interstrip capacitance and interstrip resistance, are com-pared to a detailed SPICE model, so that the performance for particle detection can be estimated.

T 63.7 Di 18:15 HG ÜR 6

TCT-Untersuchungen an Magnetic-Czochralski-Dioden nach gemischter Bestrahlung — ●ROBERT EBER, TOBIAS BARWICH, WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLHAMM, MARTIN FREY, THOMAS MÜLLER und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Magnetic-Czochralski-Silizium hat sich Studien zufolge als mögliches strahlenhartes Sensormaterial für zukünftige Streifen-Spurdetektoren nach dem Upgrade des LHC herausgestellt. Untersuchungen an

Magnetic-Czochralski-Dioden nach gemischter Bestrahlung mit Neutronen und Protonen mittels der Transient Current Technique – TCT – werden vorgestellt. Durch die Messungen mit einem roten Laser an n- und p-Typ-Dioden, welche bis zu einer Fluenz von $10^{15} n_{eq}/cm^2$ bestrahlt wurden, lassen sich Aussagen über die Einfangzeit (Trappingzeit) und Ladungssammlungseffizienz treffen. Studien zum Ausheilen (Annealing) der Dioden und die daraus resultierenden Veränderung in der Einfangzeit und Depletionsspannung schließen sich an. Zur Untersuchung des Ladungssammlungsverhalten spielt das elektrische Feld in der Struktur eine große Rolle. Mit Hilfe von Simulationsrechnungen kann aus dem zeitaufgelösten TCT-Signal die elektrische Feldverteilung in der Diode rekonstruiert werden.

T 63.8 Di 18:30 HG ÜR 6

Evaluation of ATLAS Pixel Sensors at SuperLHC Conditions — CLAUS GÖSSLING, SILKE HERBST, REINER KLINGENBERG, DANIEL MUENSTERMANN, •ANDRÉ RUMMLER, GEORG TROSKA, TOBIAS WITTIG, and RENATE WUNSTORF — TU Dortmund, Experimentelle Physik IV, D-44221 Dortmund

ATLAS is a multi-purpose detector at the Large Hadron Collider (LHC). After the planned upgrade to SuperLHC, the pixel detector as the innermost part of the ATLAS tracker will have to withstand equivalent neutron fluences of up to $2 \cdot 10^{16} n_{eq} cm^{-2}$.

We determined the characteristics of silicon pixel devices (SingleChips) irradiated either with 26 MeV protons at Karlsruhe or with reactor neutrons at Ljubljana. The SingleChips that were used implement an n⁺-in-n-bulk design and were taken from qualified ATLAS production wafers. The sensors are bumpbonded to standard FE-I3 readout electronics, which were irradiated together with the sensors. Charge collection efficiency (CCE) studies on those sensors are primarily motivated by the charge amplification effect observed previously in strip detectors at such high fluences. Results gained with β -electrons from a ⁹⁰Sr source as well as first results obtained during the PPS fall 2009 testbeam campaign will be presented.

T 63.9 Di 18:45 HG ÜR 6

Analysis of the radiation hardness of DEPFET sensors with x-rays — •PETER MÜLLER^{1,2}, LADISLAV ANDRICEK^{1,2}, CHRISTIAN KIESLING¹, CHRISTIAN KOPFMANE^{1,2}, HANS-GÜNTHER MOSER^{1,2}, JELENA NINKOVIC^{1,2}, RAINER RICHTER^{1,2}, ANDREAS RITTER^{1,2}, and STEFAN RUMMEL^{1,2} for the DEPFET-Collaboration — ¹Max-Planck-Institut für Physik — ²Max-Planck-Institut für Physik - Halbleiterlabor

In order to upgrade the Belle-Experiment at KEK, DEPFET-sensors (Depleted Field Effect Transistors) will be used for the two innermost layers of the vertex detector. Due to the increased luminosity, expected at Belle-II, these sensors need to resist a significantly higher radiation dose of up to 1 Mrad (10 kGy) per year, meaning 10 Mrad (100 kGy) for the intended working time of 10 years. Ionising radiation creates positive charge carriers that will be collected at the interface between silicon and silicon dioxide. These charge carriers shift the threshold voltage of the scheduled transistors, and so, for a constant handling of the detector, the operating voltage needs to be adjusted. In order to perform the right amount of adjustment, it is crucial to know the change of the threshold voltage, and to be able to predict it correctly.

The radiation was executed at the x-ray facility at KIT (Karlsruhe Institute of Technology) with a maximum photon energy of 60 keV and the test devices were matrices of 6x16 DEPFET-pixels. Changes of the threshold voltages were measured and compared with theoretical models.

T 63.10 Di 19:00 HG ÜR 6

Messkampagnen von Siliziumstreifendetektoren für den Einsatz am SLHC — •KARL-HEINZ HOFFMANN, TOBIAS BARVICH, FELIX BÖGELSPACHER, ALEXANDER DIERLAMM, JOACHIM ERFLE, FRANK HARTMANN, THOMAS MÜLLER, HANS-JÜRGEN SIMONIS und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Bei dem geplanten Upgrade des LHC zum SLHC wird aufgrund der dann stark erhöhten Strahlenbelastung auch eine Erneuerung des CMS Spurendetektors benötigt. Dafür wird an der Entwicklung strahlenharter Siliziumdetektoren gearbeitet. Das CEC (Central European Consortium), eine Kollaboration von mehreren europäischen Instituten, leistet Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, um für den Tracker das passende Siliziummaterial und die bestmögliche Siliziumtechnologie zu finden. Zu diesem Zweck wurde zusammen mit mehreren Partnern eine umfangreiche Sensorproduktion mit selbstentwickelten Teststrukturen und Minisensoren aus verschiedenen Siliziumtypen (n- und p-Typ, MCZ, FZ, Epi) in Auftrag gegeben. Diese werden in einem umfangreichen Bestrahlungsprogramm untersucht. Um die Qualifizierung und Untersuchung dieser vielen Minisensoren und Teststrukturen koordiniert durchführen zu können, wurden Standardmessungen definiert und die Messprozesse der beteiligten Institute gegeneinander kalibriert. In meinem Vortrag möchte ich Anforderungen, Messungen und Ergebnisse der Kalibration präsentieren.