

T 35: Semiconductor Detectors - Radiation Hardness, New Materials and Concepts

Time: Tuesday 16:00–18:30

Location: Tj

T 35.1 Tue 16:00 Tj

Untersuchung der durch aufeinanderfolgende Laserpulse gemessenen Signale in bestrahlten Siliziumsensoren — ●LEENA DIEHL, RICCARDO MORI, MARC HAUSER, DENNIS SPERRLICH, ULRICH PARZEFALL und LIV WIHK-FUCHS — Universität Freiburg, Deutschland

Während Untersuchungen zur Signalzusammensetzung in Silizium-Streifensensoren, die bestrahlt und bis zum Auftreten von Ladungsvervielfachung annealed wurden, wurde beobachtet, dass zuvor kreierete freie Ladungsträger Auswirkungen auf den Sensor haben. Es wurde daraus gefolgert, dass die erzeugten freien Ladungsträger die vorhandene elektrische Feldverteilung verändern.

Der Einfluss von aufeinander folgenden Laserpulsen wurde daraufhin mithilfe von Edge- und Top- Transient Current Technique untersucht. Dabei wurde eine signifikante Abnahme der gemessenen gesammelten Ladung beobachtet. Abnahme und Veränderungen zeigten Abhängigkeiten von der Laserintensität, des zeitlichen Abstands der Laserpulse, der Messtemperatur und der Bestrahlungsdosis der Sensoren.

In dieser Studie wird untersucht wie Trapping und De-Trapping und die damit einhergehende Veränderung des elektrischen Feldes die beobachtete Abnahme erklären kann.

T 35.2 Tue 16:15 Tj

Einfluss von grossen passivierten Oberflächen auf BEGe Detektoren — ●MARTIN SCHUSTER für die GeDet-Kollaboration — Max-Planck-Institute for Physics

Germaniumdetektoren kommen in einer Vielzahl von Experimenten weltweit zum Einsatz. Beispielsweise werden Broad Energy Germanium (BEGe) Detektoren bei der Suche nach neutrinolosen Doppelbetazerfällen genutzt. Ein genaues Verständnis der Detektoren ist dabei von großer Bedeutung. In der GeDet (Germanium Detektor Entwicklung) Gruppe am MPI für Physik werden Germaniumdetektoren genau untersucht. Die nicht kontaktierten Flächen werden zu ihrem Schutz oft passiviert. Solche passivierten Oberflächen beeinflussen jedoch die Drift der Ladungsträger in einer Schicht unterhalb der Oberfläche und reduzieren das effektiv nutzbare Volumen. Die Tiefe der Einflusszonen und deren Temperaturabhängigkeit wurden untersucht und die Ergebnisse werden vorgestellt. Dazu wurde ein vierfach segmentierter n-Typ BEGe Detektor in mehreren Scans mit einer kollimierten ^{133}Ba Bariumquelle bestrahlt. Die Temperatur konnte mittels eines elektrisch gekühlten Kryostaten kontrolliert über etwa 30K variiert werden. Die Daten werden mit Simulationen verglichen, die dem Verständnis der Phänomene dienen.

T 35.3 Tue 16:30 Tj

Charge collection depth profile of pad diodes — ●MOHAMMADTAGHI HAJHEIDARI¹, ERIKA GARUTTI¹, JOERN SCHWANDT¹, and ALIAKBAR EBRAHIMI² — ¹Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg, Deutschland — ²Paul Scherrer Institute, Villigen, Switzerland

The charge collection of two 150 μm thick n^+pp^+ pad diodes has been scanned along the diode thickness using a 4.2 GeV electron beam at DESY II beam test facility. The electron beam enters from the sensor edge and its position along the edge was reconstructed by three planes of a EUDET-type telescope.

The diodes have an area of 25 mm^2 and a p-doping concentration of $4 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$. The measurements were performed at $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ for bias voltages up to $V_{\text{bias}} = 800 \text{ V}$. One diode was not irradiated while the other one was irradiated with 23 MeV protons to a 1 MeV neutron equivalent fluence of $\Phi_{\text{eq}} = 2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$. For the non-irradiated diode, the charge profile is uniform as a function of the depth. For the irradiated diode, the charge profile is non-uniform and it changes with the applied bias voltage.

In this presentation, the online alignment and the measurement procedures, as well as preliminary results are presented. The results can be used to obtain an electric field depth profile, needed in simulations of charge collection in diodes and segmented silicon sensors.

T 35.4 Tue 16:45 Tj

TPA-TCT: Two Photon Absorption - Transient Current Technique — ●MORITZ WIEHE^{1,2}, MARCOS FERNANDEZ GARCIA^{1,3}, MICHAEL MOLL¹, RAUL MONTERO⁴, F.R. PALOMO⁵, and IVAN VILA³

— ¹CERN, Route du Meyrin 285, CH-1211 Genève 23, Switzerland — ²Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Physikalisches Institut, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg, Germany — ³Instituto de Física de Cantabria (CSIC-UC), Avda. los Castros s/n, E-39005 Santander, Spain — ⁴UPV/EHU, Sarriena, s/n- 48940 Leioa-Bizkaia, Spain — ⁵Escuela Técnica Superior de Ingenieros, US, Avda. de los Descubrimientos s/n, 41092, Isla de la Cartuja, Sevilla, Spain

The Transient Current Technique (TCT) is a very important tool for characterization of unirradiated and irradiated silicon detectors. In recent years a novel method, the Two Photon Absorption - Transient Current Technique (TPA-TCT), based on the charge carrier generation by absorption of two photons, was developed. TPA-TCT proved to be very useful in 3D characterization of silicon devices with unprecedented spatial resolution. Currently the first compact TPA-TCT setup is under development at CERN. After a revision of the laser system, commissioning is now in the final stage. The current status of the setup and first measurements are presented.

T 35.5 Tue 17:00 Tj

Bestrahlungsstudien im Zuge der CMS Phase-2 Outer Tracker Sensorproduktion — ●JAN-OLE MÜLLER-GOSEWISCH, TOBIAS BARVICH, ALEXANDER DIERLAMM, RONJA FISCHER, ULRICH HUSEMANN, STEFAN MAIER, THOMAS MÜLLER, MARIUS NEUFELD, ANDREAS NÜRNBERG, HANS JÜRGEN SIMONIS, JULIAN STANULLA, PIA STECK und THOMAS VETTER — Institut für Experimentelle Teilchenphysik (ETP), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Der Large Hadron Collider (LHC) in Genf wird innerhalb dieses Jahrzehnts ausgebaut, sodass die Luminosität um einen Faktor fünf ansteigt. Um den neuen Anforderungen zu genügen, wird der CMS-Detektor in der sogenannten Phase-2 ausgebaut. Insbesondere der CMS-Spurdetektor muss einer deutlich erhöhten Strahlenbelastung widerstehen können. Nachdem ein finales Sensordesign entwickelt wurde, läuft aktuell die Produktion der Sensoren an. Im Zuge dieser muss die hohe Sensorqualität über die Dauer von einigen Jahren gewährleistet werden können.

Dieser Vortrag stellt die laufenden Tests zur Strahlenhärte der Sensoren vor. Zunächst wird näher auf die Strategie der Qualitätssicherung eingegangen. Dann werden erste Bestrahlungen und Messungen des finalen Materials präsentiert und die Ergebnisse diskutiert.

T 35.6 Tue 17:15 Tj

Iterative Bestrahlungsstudien von Siliziumstreifensensoren — ●UMUT ELICABUK¹, TOBIAS BARVICH¹, ALEXANDER DIERLAMM¹, ULRICH GOERLACH², ULRICH HUSEMANN¹, STEFAN MAIER¹, THOMAS MÜLLER¹, MARIUS NEUFELD¹, ANDREAS NÜRNBERG¹, HANS JÜRGEN SIMONIS¹, JULIAN STANULLA¹ und PIA STECK¹ — ¹Institut für Experimentelle Teilchenphysik (ETP), Karlsruher Institut für Technologie (KIT) — ²Institut Pluridisciplinaire Hubert CURIEN (IPHC), Strasbourg

Im Rahmen des Phase-2-Upgrades des zukünftigen CMS-Spurdetektors ist geplant, Siliziumstreifensensoren zur Rekonstruktion der Spuren geladener Teilchen zu verwenden. Aufgrund der hohen Strahlenbelastung ist ein Detektormaterial notwendig, das eine hohe Strahlenhärte aufweist.

Während des Betriebs werden fortlaufend Strahlenschäden im Detektormaterial akkumuliert. Bisherige Studien konnten dieses Bestrahlungsszenario nur in sehr groben Schritten abbilden.

Das ETP untersucht in Zusammenarbeit mit dem IPHC die Sensorcharakteristiken von Siliziumstreifensensoren im Rahmen einer fein aufgelösten Bestrahlungsstudie. Zu diesem Zweck wird eine neuartige Messstation entworfen, die sowohl eine Bestrahlung des Sensors mit Protonen, als auch die Messung verschiedener Sensorparameter direkt in der Strahllinie ermöglichen soll.

Der Vortrag gibt einen Einblick in den verwendeten Messaufbau, untersuchte Sensorcharakteristiken und das geplante Vorgehen.

T 35.7 Tue 17:30 Tj

Boron removal effect in silicon sensors — ●CHUAN LIAO, ERIKA GARUTTI, JOERN SCHWANDT, ECKHART FRETWURST, and ANNKA VAUTH — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg, Deutschland

Silicon detectors are widely used devices for radiation detection. In

high energy physics experiments, for example in the inner region of hadron collider experiments, radiation can induce damage in silicon materials. Depending on the type of radiation, the main effect is so-called displacement damage. In the frame of the CERN RD50 collaboration the acceptor removal effect in Low Gain Avalanche Detectors (LGADs) is investigated. The suspected cause is the displacement of substitutional Boron (Bs), being negatively charged, by incident particles or other recoil atoms into an interstitial position (Bi). This is followed by Bi migration and being captured by Oxygen atoms and forming complex defects of interstitial Boron and interstitial Oxygen (BiOi) with positive charge. This is the boron removal effect. For lower radiation fluence, this has one main consequence: The maximum electric field at a given reverse bias will decrease, causing a decrease of the LGAD gain. In this presentation, the setup of experiments for investigating boron removal effect is presented including C-V, I-V, and Thermally stimulated current (TSC). And several properties of BiOi defect given by measured results have also been shown including activation energy, capture cross-section, defect concentration, annealing behavior as well as generation rate of BiOi.

T 35.8 Tue 17:45 Tj

Effects of gamma radiation on DEPFET pixel sensors for the Belle II experiment — JOCHEN DINGFELDER¹, ARIANE FREY², ●GEORGIOS GIAKOUSTIDIS¹, BOTHO PASCHEN¹, HARRISON SCHREECK², BENJAMIN SCHWENKER², and MARIKE SCHWICKARDI² for the Belle II-Collaboration — ¹University of Bonn, Germany — ²University of Göttingen, Germany

For the Belle II experiment at KEK (Tsukuba, Japan) the KEKB accelerator was upgraded to deliver e^+e^- collisions at a center of mass energy of $E_{CM} = 10.58 \text{ GeV}$ with an instantaneous luminosity of $8 \cdot 10^{35} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$. As the innermost part of the Belle II detector, the PiXel Detector (PXD), based on DEpleted P-channel Field Effect Transistor (DEPFET) technology, is most exposed to radiation from the accelerator. Prototypes as well as a module from the final Belle II production batch were irradiated with X-rays to doses up to 20 Mrad, corresponding to the expected lifetime exposure. The performance of the DEPFET sensors and front-end electronics will be presented and the results of two recent campaigns will be compared to previous results.

T 35.9 Tue 18:00 Tj

Aufbau eines Messstandes zur Messung schneller Siliziumsensoren — ●CHRISTINA SCHWEMMBAUER¹, LEENA DIEHL¹, MARC HAUSER¹, GREGOR KRAMBERGER², ULRICH PARZEFALL¹, DENNIS SPERLICH¹ und LIV WIJK-FUCHS¹ — ¹Albert-Ludwigs Universität Freiburg — ²Josef-Stefan Institut Ljubljana, Slowenien

Im Hinblick auf fortschreitende Detektor- und Beschleunigertechnologien, wie dem HL-LHC, werden immer höhere Luminositäten und damit mehr Teilchenkollisionen erreicht. Um bei mehr als hundert gleichzeitigen Teilchenkollisionen die einzelnen Vertices separieren zu können, ist außer der Ortsinformation auch die präzisere Zeitauflösung der Spurdetektoren ein limitierender Faktor. Deshalb ist die Entwicklung von Siliziumsensoren, die den Anspruch einer Zeitauflösung im Picosekundenbereich erfüllen können, ein wichtiger Schwerpunkt der aktuellen Forschung.

Bei der Charakterisierung dieser neuartigen Sensoren ist es daher wesentlich, die Zeitauflösung verschiedenster Sensoren schnell und unkompliziert unter Laborbedingungen messen zu können. Mit diesem Ziel wird ein Messstand aufgebaut, der auch bei den für bestrahlte Sensoren benötigten niedrigen Temperaturen funktionabel ist.

In diesem Vortrag wird der prinzipielle Aufbau einer solchen Messstation erläutert und erste Messergebnisse verschiedener Siliziumsensoren unter unterschiedlichen Bedingungen werden vorgestellt.

T 35.10 Tue 18:15 Tj

Simulation von Germaniumdetektoren mit SolidStateDetectors.jl — ●LUKAS HAUERTMANN für die GeDet-Kollaboration — MPI für Physik, München, Deutschland

Germaniumdetektoren kommen in Experimenten mit niedrigem Untergrund zum Einsatz. So, z.B., in den beiden abgeschlossenen Experimenten GERDA und MAJORANA, die nach neutrinolosem doppelten Betazerfall suchten. In der nächsten Generation solcher Suchen soll die Masse und damit die Anzahl der Detektoren erhöht und der Untergrund noch weiter reduziert werden. Um dazu beizutragen, wurde in der GeDet (Germaniumdetektor Entwicklung) Gruppe am MPI für Physik eine neue Software, „SolidStateDetectors.jl“ (SSD), zur 3d Simulation solcher Detektoren entwickelt. Diese hilft, Germaniumdetektoren besser zu verstehen und mehr Untergründereignisse als solche zu identifizieren. In diesem Vortrag werden die unterschiedlichen Schritte der Simulation demonstriert und parallel dazu die Funktionsweise eines Germaniumdetektors erklärt.