

## T 67: Halbleiterdetektoren: Strahlenschäden

Zeit: Freitag 8:30–10:30

Raum: ZHG 001

T 67.1 Fr 8:30 ZHG 001

**Einfluss von Strahlenschäden auf die charakteristischen Streifenkenngrößen von Siliziumstreifensensoren unterschiedlicher Grundmaterialien** — TOBIAS BARVICH, FELIX BÖGELSPACHER, ALEXANDER DIERLAMM, SABINE FRECH, FRANK HARTMANN, ●KARL-HEINZ HOFFMANN, THOMAS MÜLLER und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Da die aktuellen Siliziumstreifensensoren am LHC, aufgrund der deutlich höheren Strahlenbelastung am HL-LHC, nicht lange funktionieren würden, benötigt man für den Ausbau zum HL-LHC deutlich strahlenhärtere Sensoren. Im Rahmen der CMS Tracker Collaboration wurde eine umfangreiche Messkampagne gestartet, um das am besten geeignete Siliziumgrundmaterial für einen zukünftigen Spurdetektor zu finden. Im Folgenden werden Untersuchungen zur Entwicklung der Streifenkenngrößen nach Bestrahlung gezeigt, welche Aufschluss über die Eignung der verschiedenen Materialien geben. Die Messungen wurden an Float-Zone und Magnetic-Czochralski Siliziumsensoren mit unterschiedlichen Dicken und zu unterschiedlichen Fluenzen bestrahlt durchgeführt.

T 67.2 Fr 8:45 ZHG 001

**Strahlenhärtestudien an Dioden verschiedener Dicke und verschiedenen Typs** — TOBIAS BARVICH<sup>1</sup>, WIM DE BOER<sup>1</sup>, ALEXANDER DIERLAMM<sup>1</sup>, IRENA DOLENC-KITTELMANN<sup>3</sup>, ●ROBERT EBER<sup>1</sup>, JOACHIM ERFLE<sup>2</sup>, MARKUS GABRYSCH<sup>3</sup>, KARL-HEINZ HOFFMANN<sup>1</sup>, THOMAS MÜLLER<sup>1</sup>, THOMAS PÖHLSSEN<sup>2</sup>, NICOLA PACIFICO<sup>3</sup> und PIA STECK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT — <sup>2</sup>Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg — <sup>3</sup>CERN

Im Rahmen der groß angelegten Studie zur Ermittlung der zukünftigen Sensortechnologie des CMS-Spurdetektor nach dem Upgrade des LHC werden Dioden eines Herstellers mit verschiedenen Grundmaterialien und verschiedenen Dicken hinsichtlich ihrer Strahlenhärte untersucht. Die Ladungssammlungseffizienz für Dioden, welche mit Protonen, Neutronen oder mit beiden Teilchensorten gemischt zu Fluenzen von mehr als  $F = 10^{14} n_{eq}$  bestrahlt wurden, geben Aufschluss über den Schädigungsgrad der Sensoren. Mittels TCT-Messungen und Simulationen werden Trappingzeiten und elektrische Felder bestimmt, welche das Ladungssammlungsverhalten im Detektor maßgeblich beeinflussen. Auf Unterschiede zwischen den einzelnen Materialien und Typen wird näher eingegangen.

T 67.3 Fr 9:00 ZHG 001

**Systematische Untersuchung verschiedener Siliziummaterialien auf Strahlenhärte für den HL-LHC** — ●JOACHIM ERFLE<sup>1</sup>, ALEXANDER DIERLAMM<sup>3</sup>, ROBERT EBER<sup>3</sup>, DORIS ECKSTEIN<sup>2</sup>, KARL-HEINZ HOFFMANN<sup>3</sup>, ALEXANDRA JUNKES<sup>1</sup>, EVANGELOS NAGEL<sup>1</sup>, CORALIE NEUBÜSER<sup>1</sup>, ANDREAS NÜRNBERG<sup>3</sup>, THOMAS PÖHLSSEN<sup>1</sup>, CHRISTIAN SCHARF<sup>1</sup>, GEORG STEINBRÜCK<sup>1</sup> und HENNING WENCK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Hamburg — <sup>2</sup>DESY Hamburg — <sup>3</sup>Karlsruhe Institut für Technologie

Die geplante Hochluminositäts-erweiterung des LHC (HL-LHC) stellt extreme Anforderungen an die Strahlenhärte der Silizium-Sensoren. Um das beste Material für die Erneuerung des CMS-Spurdetektors auszuwählen, wurden im Rahmen einer CMS-weiten Mess- und Bestrahlungskampagne verschiedene Teststrukturen und Sensoren mit verschiedenen Siliziummaterialien (Magnetic Czochralski, Float-Zone und epitaktisches Silizium) produziert. Der erste Teil des geplanten Bestrahlungs- und Messprogramms wurde mittlerweile durchgeführt. Erste Ergebnisse zu Leckstrom, effektiver Dotierungskonzentration sowie Ladungssammlung werden vorgestellt.

T 67.4 Fr 9:15 ZHG 001

**Bestimmung der Lebensdauern von Ladungsträgern in strahlengeschädigtem Silizium** — ●THOMAS PÖHLSSEN, JOACHIM ERFLE und ECKHART FRETWURST — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Zur Bestimmung der Lebensdauern der Ladungsträger in strahlengeschädigtem Silizium existieren unterschiedliche Methoden. Die für Fluenzen bis einige  $10^{14} \text{ cm}^{-2}$  etablierte Charge Correction Method setzt konstante und feldunabhängige Lebensdauern der Ladungsträger voraus. Bei höheren Fluenzen können die Daten mit dieser Annahme nicht beschrieben werden, da bei hohen Spannungen weniger Ladungsträger-

verluste auftreten als erwartet.

Bei Fluenzen über  $10^{15} \text{ cm}^{-2}$  werden Lebensdauern ermittelt, die um ein Faktor 2 über den Extrapolationen von Messungen bei kleinen Fluenzen liegen.

Verschiedene Methoden zur Bestimmung der Lebensdauern werden vorgestellt und diskutiert.

T 67.5 Fr 9:30 ZHG 001

**Eigenschaften von p-Typ Silizium-Dioden nach Bestrahlung mit Protonen und Neutronen** — ●CORALIE NEUBÜSER, ECKHART FRETWURST, ALEXANDRA JUNKES, ROBERT KLANNER, THOMAS PÖHLSSEN und ROXANA RADU — Universität Hamburg

$n^+ - p - p^+$  Silizium-Sensoren gelten als gute Kandidaten für den Einsatz in Spurdetektoren in Experimenten am geplanten *high luminosity* Large Hadron Collider (*hl* LHC). Die effektive Dotierungskonzentration und der Sperrstrom von p-Typ Flächendioden wurden nach der Bestrahlung mit 23 GeV Protonen und 1 MeV Neutronen mit äquivalenten Neutronenflüssen im Bereich von  $\Phi_{eq} = 1 \times 10^{11} - 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  mit Hilfe von Kapazitäts-Spannungs (CV) und Strom-Spannungs (IV) Charakteristika untersucht. Zusätzlich wurden die Abhängigkeiten der Konzentration der strahleninduzierten Defekte im Siliziumkristall von der Tiefe im Detektor und die Gesamtkonzentrationen mit Hilfe von Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS) bestimmt. Die Resultate werden mit Ergebnissen von Messungen an n-Typ Dioden verglichen.

T 67.6 Fr 9:45 ZHG 001

**Study of point and cluster related defects in electron irradiated silicon** — ●ROXANA RADU<sup>1,2</sup>, ECKHART FRETWURST<sup>1</sup>, and IOANA PINTILIE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institute for Experimental Physics, University of Hamburg — <sup>2</sup>National Institute of Material Physics, Bucharest

This work focuses on the investigation radiation damage due to electrons responsible for the degradation of silicon detectors. This radiation damage is primarily due to bulk damage, consisting of isolated point and extended cluster defects. 1 MeV electrons produce point defects, cluster effects already start at about 6 MeV and the ratio between point and cluster dominated defect formation increases with the electron energy. Changing the electron energy thus allows to study the differences between point and cluster defects.

For this study silicon pad diodes fabricated from STFZ,DOFZ and EPI on Cz substrate are used. All diodes are p+-n+ structures with sensitive area of 5x5 mm<sup>2</sup>, thickness of about 290 um and 50 um respectively, and a resistivity 5 kOhm\*cm and 60 Ohm\*cm respectively. The irradiations were done at the PTB Braunschweig with 6 MeV electrons and fluences between  $1e12 - 1.5e15 \text{ e/cm}^2$ . To study the defect kinetics the technique of isothermal annealing at 80C was used. Measurements of I-V, C-V characteristics were performed in order to extract the macroscopic parameters like depletion voltage, leakage current and effective doping concentration. TSC and DLTS analyses allowed to detect centers which trap free carriers in the material and to determine the trapping parameters of defect levels and their impact on the device electrical properties. First results will be presented.

T 67.7 Fr 10:00 ZHG 001

**Aufbau und Charakterisierung eines Messstandes zur Untersuchung strahlengeschädigter Siliziumsensoren mit einer  $\beta$ -Quelle** — ●HENNING KRÖHNKE, ROBERT KLANNER, SERGEJ SCHUWALOW und GEORG STEINBRÜCK — Universität Hamburg Institut für Experimentalphysik

Zur Untersuchung strahlengeschädigter Siliziumkristalle wurde ein Messstand aufgebaut, mit dem die Signale von Elektronen einer 90-Sr  $\beta$ -Quelle in Silizium-Flächendioden im Temperaturbereich zwischen  $-30^\circ\text{C}$  und  $+60^\circ\text{C}$  vermessen werden können. Im Rahmen einer CMS-Messkampagne zur Entwicklung strahlenharder Siliziumsensoren für den hl-LHC (high-luminosity LHC) soll insbesondere die Abhängigkeit der Ladungssammlung als Funktion der Dosis der Bestrahlung und der Teilchensorte bei verschiedenen Temperaturen untersucht werden. Im Vortrag werden der Aufbau des Messstandes beschrieben und erste Messergebnisse vorgestellt.

T 67.8 Fr 10:15 ZHG 001

**Annealing study of defects at the Si-SiO<sub>2</sub> interface introduced by 12 keV X-rays** — ●JIAGUO ZHANG<sup>1</sup>, ECKHART FRETWURST<sup>1</sup>,

ROBERT KLANNER<sup>1</sup>, IOANA PINTILIE<sup>2</sup>, and JOERN SCHWANDT<sup>1</sup> —  
<sup>1</sup>Institute for Experimental Physics, Hamburg University, Luruper  
Chaussee 149, D-22761 Hamburg, Germany — <sup>2</sup>National Institute of  
Materials Physics, P. O. Box MG-7, Bucharest-Magurele, Romania

The European X-ray Free Electron Laser (XFEL) will deliver 30,000  
fully coherent, high brilliance X-ray pulses per second with duration  
below 100 fs. This will allow the recording of diffraction patterns of sin-  
gle molecules and the study of ultra-fast processes. Silicon pixel sensors  
will be used to detect the diffraction images. In 3 years of operation

the sensors will be exposed to doses of up to 1 GGy of 12 keV X-rays.  
At these X-ray energies defects, i.e. fixed oxide charges and interface  
traps, will build up at the Si-SiO<sub>2</sub> interface over exposure time. We  
have investigated as function of the 12 keV X-ray dose the microscopic  
defects in test structures fabricated by CiS and Hamamatsu. Addi-  
tionally, annealing studies have been carried out at 50°C, 60°C and  
80°C for irradiated test structures. The frequency factors and activa-  
tion energies of the defects have been determined so that the long term  
behaviour of irradiated sensors at room temperature can be predicted  
using the results of this study.