

## T 66: Halbleiterdetektoren: Strahlendhärte und neue Materialien

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 001

T 66.1 Do 16:45 ZHG 001

**Optimierung eines Silizium-Pixelsensors für den European XFEL mit Hilfe von TCAD Simulationen** — ●JÖRN SCHWANDT, ECKHART FRETWURST, ROBERT KLANNER und JIAGUO ZHANG — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Im Rahmen des Adaptive Gain Integrating Pixel Detector Projekts (AGIPD) ist ein Silizium-Pixelsensor, der folgende Anforderungen erfüllt, zu entwerfen: 0,1-10<sup>5</sup> 12 keV Photonen/Pixel und XFEL-Puls, eine Dosis von 1 GGy 12 keV Photonen für 3 Jahre Betrieb. Der Sensor soll aus 1024 × 1024 Pixel mit einer Dicke von 500 μm und einer Pixelgröße von 200 × 200 μm<sup>2</sup> bestehen.

Zur Optimierung des Sensors (p<sup>+</sup> Pixel auf n-Silizium) werden TCAD Simulationen, die die Strahlenschäden durch die Röntgenstrahlung berücksichtigen, durchgeführt. Ergebnisse zur Spannungsfestigkeit, zum Dunkelstrom und zur Inter-Pixel-Kapazität als Funktion der Breite und Tiefe der p<sup>+</sup>-Implantierung, des Metallüberhangs, der Oxiddicke und der Guardring-Struktur werden vorgestellt.

T 66.2 Do 17:00 ZHG 001

**Simulation von Siliziumsensoren** — WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLAMM, ROBERT EBER, KARL-HEINZ HOFFMANN, THOMAS MÜLLER, ANDREAS NÜRNBERG, ●CHRISTOPH RENNEBAUM und MIKE SCHMANAU — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Hinsichtlich des Upgrades des LHC (Large Hadron Collider) zum HL-LHC (High Luminosity LHC) wird die Strahlenbelastung in den Siliziumsensoren des CMS Spurdetektor so stark ansteigen, dass die bisherigen Sensoren nach kurzer Zeit funktionsunfähig wären. Deshalb werden zur Zeit viele Materialstudien durchgeführt, um geeignete Sensoren für dieses Strahlungsumfeld zu bauen. Um die Eigenschaften der Materialien zu verstehen werden sie bestrahlt, vermessen und für ein tieferes Verständnis des Materials sowie zur Extrapolation auf die spätere Strahlungsumgebung simuliert. Dazu muss verstanden werden, wie sich Strahlenschäden auf die Eigenschaften der Materialien auswirken. Diese Strahlenschäden werden durch verschiedene Trapmodelle in die Simulationssoftware Silvaco Atlas implementiert, um mittels numerischer Device-Simulationen Observable wie der Leckstrom, die Kapazität und das Signalverhalten vor und nach Bestrahlung nachzustellen. Einige dieser Trapmodelle und deren Simulationsergebnisse werden präsentiert.

T 66.3 Do 17:15 ZHG 001

**Investigations of the Radiation Hardness of DEPFET Sensors and the BEAST II Experiment at Belle II** — ●TOBIAS KLEINHOHL, CARLOS MARINAS, FLORIAN LÜTTICKE, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Deutschland

An upgrade of the existing Japanese flavour factory (KEK, Tsukuba) is foreseen by 2014. The new machine (SuperKEKB) will deliver an instantaneous luminosity 40 times higher than the current machine. To exploit the huge number of events that are expected, the detector (Belle) has to be also updated. To make the high precision measurements needed for the reconstruction of the B meson decay vertices in such a harsh environment, the innermost subdetector of the new experiment, Belle II, will be equipped with highly pixelated DEPFET sensors. With the increased luminosity, not only higher number of physics events will be created, but also much larger background levels are expected. Under these conditions, with expected doses of up to 1 Mrad (10 kGy) per year, the radiation damage of the DEPFET sensors is an issue that has to be deeply investigated. In addition, a safe environment has to be ensured before the installation of the DEPFET vertex detector. In order to study the conditions of the surrounding volume close to the beam pipe under different configurations of the accelerator, a detector able to measure doses and background sources (BEAST II) will be operated before the final Belle II experiment, until a stable beam configuration is found. In this talk, the performance of DEPFET sensors irradiated with different dose levels and the detector concepts for the BEAST II experiment will be presented.

T 66.4 Do 17:30 ZHG 001

**Irradiation studies of DEPFET-like devices with x-rays** — ●STEFAN PETROVICS, ANDREAS RITTER, HANS-GÜNTHER MOSER, JELENA NINKOVIC, RAINER RICHTER, LADISLAV ANDRICEK, CHRISTIAN KOFFMANN, and ANDREAS WASSATSCH — Max-Planck-Institut für

Physik - Halbleiterlabor

The upcoming upgrade of the Belle-Experiment at KEK will impose new challenges in radiation hardness for the utilized DEPFET-devices (Depleted p-channel Field Effect Transistor). The upgrade in Belle II will result in an increased luminosity and therefore in a significantly higher radiation dose up to 1 Mrad (10 kGy) per year which the DEPFET-devices need to withstand. Radiation damage through ionizing and non-ionizing radiation is possible. In the case of ionizing radiation positive charge carriers are created that will be collected at the interface between silicon and silicon dioxide. The creation of these charge carriers will result in a threshold voltage shift of the deployed transistors. In order for the detector to remain functional, the operating voltage needs to be adjusted depending on the threshold voltage shift. Therefore a detailed characterization of the voltage shift due to the radiation damage of ionizing radiation is crucial for the correct predicament of the detector operation. The test devices employed for the irradiation studies simulated the behavior at the Si-SiO<sub>2</sub> interface of the DEPFET. The irradiation was executed at the x-ray facility at KIT (Karlsruhe Institute of Technology) with maximum photon energy of 60 keV.

T 66.5 Do 17:45 ZHG 001

**The degradation in signal of the pCVD diamond based Beam Condition Monitors at CMS due to radiation damage.** — ●MORITZ GUTHOFF<sup>1,2</sup>, WIM DE BOER<sup>2</sup>, ANNE DABROWSKI<sup>1</sup>, RICHARD HALL-WILTON<sup>3</sup>, and STEFFEN MÜLLER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>CERN, Geneva, Switzerland — <sup>2</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT, Karlsruhe, Germany — <sup>3</sup>ESS, Lund, Sweden

The very intense and high energetic proton beam at the LHC has an extremely high damaging potential. For the accelerator a Beam Loss Monitor system is in place to detect potentially damaging particle rates using ionization chambers. Inside the CMS experiment polycrystalline CVD diamond detectors are used instead since they are much smaller, giving a comparable signal.

Although diamonds are believed to be radiation hard because of their large displacement energy and their low leakage currents, they can suffer signal loss when placed in extremely intense radiation fields.

This talk introduces the theoretical degradation of detector signal due to radiation. A method of monitoring the detector efficiency by normalizing to instantaneous luminosity and the degradation of the used diamonds due to radiation damage will be presented.

T 66.6 Do 18:00 ZHG 001

**Konzept und Aufbau eines Diamant-basierten Luminositätsmonitors für den ATLAS-Detektor** — ●JENS JANSSEN<sup>1</sup>, FABIAN HÜGGING<sup>1</sup>, HANS KRÜGER<sup>1</sup>, MARLON BARBERO<sup>1</sup>, JENS WEINGARTEN<sup>2</sup>, MATTHIAS GEORGE<sup>2</sup>, HARRIS KAGAN<sup>3</sup> und NORBERT WERMES<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn — <sup>2</sup>II. Physikalisches Institut, Universität Göttingen — <sup>3</sup>Department of Physics, Ohio State University

Der Diamond Beam Monitor (DBM) ist ein Arbeitspaket des Insertable B-Layer (IBL) Upgrades des ATLAS-Pixeldetektors. Integraler Bestandteil des DBMs sind 24 FE-I4 Pixel-Auslesechips, dessen strahlendharte Ausleseelektronik für die neue B-Lage des ATLAS-Pixeldetektors entwickelt worden ist. Die Auslesechips werden mit 21mm x 18mm großen und etwa 500μm dicken polykristallinen Diamant-Sensoren (pCVD) bestückt. Diese 24 Diamant-Module werden in etwa 1m Entfernung vom Wechselwirkungspunkt als 3-lagige Strahlenteleskope um das Strahlrohr angeordnet. Der DBM dient als Ersatz und Ergänzung bestehender Luminositätsmonitore und findet zusätzlich Verwendung als Tracker für die Untersuchung von Halo- und Kollisionspartikeln. Im Vortrag werden die Ergebnisse der Charakterisierung der Diamant-Module (Labor- und Teststrahlendaten) vorgestellt.

T 66.7 Do 18:15 ZHG 001

**Messung an hochbestrahlten pCVD Diamanten** — ●LARS GRABER, JÖRN GROSSE-KNETTER, ARNULF QUADT und JENS WEINGARTEN — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Für die Messung der Eigenschaften hochbestrahlter Diamanten als Sensormaterial für Spurdetektoren wurde ein Teststand aufgebaut. Dieser ermöglicht es durch radioaktive Quellen im Diamanten deponierte La-

dungen zu messen. Die Ladungssammlung wurde durch Bestimmung der charge collection distance (CCD) bei unterschiedlichen Versorgungsspannungen verifiziert.

Die Kapazität der Diamanten wurde in Abhängigkeit der Versorgungsspannung bis  $\pm 1,5$  kV gemessen. Hierbei zeigten sich Differenzen zwischen dem Verhalten unbestrahlter und hochbestrahlter Diamanten. Der Verlauf der Kapazität bei einer hochbestrahlten Probe kann nicht durch Defektdotierungen erklärt werden. Die bisherigen Ergebnisse und nächsten Schritte werden präsentiert und diskutiert.

T 66.8 Do 18:30 ZHG 001

**Diamond Pixel Detectors in High Radiation Environments** — •JIEH-WEN TSUNG<sup>1</sup>, MIREK HAVRANEK<sup>1</sup>, FABIAN HÜGGING HÜGGING<sup>1</sup>, HARRIS KAGAN<sup>2</sup>, MICHAEL KARAGOUNIS<sup>1</sup>, HANS KRÜGER<sup>1</sup>, and NORBERT WERMES<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Nußallee 12, Bonn, Germany — <sup>2</sup>Department of Physics, The Ohio State University, 191 W. Woodruff Ave., Columbus, Ohio, U.S.A

Diamond is attractive for sensors of vertex detectors because of its strong radiation-hardness. Its tiny leakage current and smaller capacitance result in low noise. However, silicon (Si) gives larger signals, while its noise level is similar to diamond before irradiation. This situation changes in high radiation environments, e.g. super Large Hadron Collider, at where a particle fluence  $10^{16} n_{eq}/cm^2$  is expected. To compare the diamond and Si pixel detectors, their signal-to-noise ratio (SNR) versus irradiation is estimated. For the signals, the decreasing mean free path of charge carriers versus irradiation is measured using diamond pad detectors, and the results are applied to predict the signal deterioration. The noise is calculated based on a model of the pixel readout circuit, and also simulated using chip design software with the leakage current and input capacitance to the charge sensitive amplifier as key parameters. The input capacitance has never been clearly identified in pixel detectors, so a measuring chip (PixCap) has been

developed to directly measure it. With all the mentioned ingredients, the SNR of diamond and silicon pixel detectors is estimated up to  $10^{16}/cm^2$  fluence. Finally, we present the measurements of diamond and Si pixel detectors with the ATLAS FE-I4 pixel readout chip.

T 66.9 Do 18:45 ZHG 001

**Charge collection of scCVD diamond at cold to ultra-cold temperatures** — •HENDRIK JANSEN<sup>1</sup>, HEINZ PERNEGGER<sup>1</sup>, VLADIMIR EREMIN<sup>2</sup>, and NORBERT WERMES<sup>3</sup> — <sup>1</sup>CERN, Switzerland — <sup>2</sup>IOFFE — <sup>3</sup>University of Bonn

For the new series of triplet magnets, the Beam Instrumentation Group seeks a detector concept for a Beam Loss Monitor that provides full functionality at ultra-cold temperatures (1.9 K). A fast response time, excellent radiation hardness, long durability and reliability, good SNR, and a broad dynamic range are all critical properties. An obvious candidate for the detector material is single-crystal Chemical-Vapour-Deposited (scCVD) diamond.

A set-up for Transient Current Technique (TCT) measurements for CVD diamonds at ultra-cold temperatures has been put in place at CERN. Helium cooling allows for temperatures down to 1.9 K. Am-241 and Sr-90 sources provide ionizing radiation. Broad-band read-out electronics and a current-sensitive amplifier enable measurement of the transient current.

We will present results of measurements of the temperature dependence of fundamental diamond quantities such as carrier drift mobility and velocity, total charge yield, lifetime and detrapping time constants, and trapping energy levels. Furthermore, the difference between MIP-signals and  $\alpha$ -signals is shown and important results for possible detector operations are derived. A model capable of explaining parts of the data - the plasma effect with associated recombination, trapping and detrapping - will be presented for scCVD diamonds.