

## T 57: Halbleiterdetektoren 3

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: A125

T 57.1 Mi 16:45 A125

**Untersuchung von hochbestrahlten Magnetic-Czochralski-Streifensensoren für den Einsatz am SLHC** — TOBIAS BARVICH, ALEXANDER DIERLAMM, MARTIN FREY, FRANK HARTMANN, THOMAS MÜLLER, •MAIKE NEULAND, HANS-JÜRGEN SIMONIS und PIA STECK — IEKP, Universität Karlsruhe(TH)

Mit dem geplanten Upgrade des LHC, dem SLHC, soll eine Luminosität von  $1 \cdot 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  erreicht werden. Dies hat zur Folge, dass die Detektormaterialien der Experimente einer sehr viel höheren Strahlenbelastung ausgesetzt sind als im LHC. Dies betrifft vor allem nahe am Wechselwirkungspunkt liegende Komponenten, wie z.B. den Spurdetektor von CMS. Untersuchungen haben ergeben, dass Magnetic-Czochralski (MCz)-Silizium aufgrund eines höheren Sauerstoffanteils positive Eigenschaften hinsichtlich der Strahlenhärte zeigt. Die Depletionsspannung steigt mit höherer Bestrahlung weniger stark an als bei bisher vorwiegend verwendetem Floatzone(Fz)-Silizium. In der Modul-Teststation am IEKP, Universität Karlsruhe (TH) wurden Module mit MCz-Streifen-Sensoren (n-in-p) untersucht. Mit Hilfe einer Strontium-Quelle können Signal zu Rausch-Verhältnis, Signalthöhe und Ladungssammlungs-Effizienz bestimmt werden. Es werden Ergebnisse präsentiert für Sensoren, die mit Fluenzen von  $1,5 \cdot 10^{15} n_{eq}/\text{cm}^2$  und  $1 \cdot 10^{15} n_{eq}/\text{cm}^2$  bestrahlt und bei Temperaturen bis zu  $-40^\circ\text{C}$  untersucht wurden.

T 57.2 Mi 17:00 A125

**Untersuchungen zum Lorentzwinkel in hochbestrahlten Siliziumstreifensensoren** — TOBIAS BARVICH, WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLAMM, •MICHAEL SCHNEIDER, HANS-JÜRGEN SIMONIS und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik - Uni Karlsruhe (TH)

Beim geplanten Upgrade des LHC zum sLHC sowie in anderen zukünftigen Beschleunigerexperimenten werden immer höhere Teilchenflüsse angestrebt. Um zu gewährleisten, daß die verbauten Siliziumsensoren auch bei hohen Strahlendosen noch zuverlässig arbeiten, müssen zuvor Studien durchgeführt werden, um das Verhalten dieser Sensoren bei hohen Fluenzen zu untersuchen.

Eine die Ortsauflösung beeinflussende Größe ist der Lorentzwinkel; dieser ist abhängig von Temperatur, Spannung, Magnetfeld, Material, Dicke und Fluenz. Es wurden Sensoren verschiedener Dotierung bis zu einer Fluenz von  $10^{16}$  Neutronenäquivalent pro  $\text{cm}^2$  bestrahlt und anschließend der Lorentzwinkel vermessen. Die gefundenen Ergebnisse werden in diesem Vortrag präsentiert.

T 57.3 Mi 17:15 A125

**Vergleich von Simulation mit Teststrahlungsmessungen an bestrahlten und unbestrahlten Modulen des CMS Silizium-Spurdetektors** — •JÖRN SCHWANDT, DORIS ECKSTEIN, ROBERT KLANNER und GEORG STEINBRÜCK — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Bei dem geplanten Ausbau des LHC zum SLHC wird die Strahlenbelastung der Spurdetektoren deutlich zunehmen. Es ist daher notwendig, neue, strahlenharte Silizium-Spurdetektoren zu entwickeln. Dafür ist es wichtig, zuverlässige Simulationen der Ladungssammlung in den Sensoren zur Verfügung zu haben, um die zu erwartenden zeitlichen und räumlichen Auflösungen, Effizienzen und das Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu verstehen und vorherzusagen. Um die Zuverlässigkeit einer solchen Simulation zu überprüfen, wurden die Ergebnisse mit Daten von bestrahlten und unbestrahlten Modulen des CMS-Spurdetektors verglichen, die am Teststrahl 22 des DESY-II-Speicherring in Hamburg genommen wurden.

T 57.4 Mi 17:30 A125

**Untersuchungen zur Oberflächenschädigung von Si-Sensoren durch Röntgenstrahlung** — ECKHART FRETWURST<sup>1</sup>, FRIEDERIKE JANUSCHEK<sup>1</sup>, ROBERT KLANNER<sup>1</sup>, HANNO PERREY<sup>1</sup>, JOANA PINTILIE<sup>2</sup>, FABIAN RENN<sup>3</sup> und •THORBEN THEEDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg — <sup>2</sup>National Institute of Materials Physics, Romania — <sup>3</sup>Sommerstudent am DESY, Universität Heidelberg

Wenn der Röntgenlaser XFEL am Deutschen Elektronensynchrotron (DESY) ab 2013 in Betrieb geht, werden die geplanten Silizium-Pixeldetektoren einem Fluss von  $10^{16}$  Photonen/ $\text{cm}^2$  bei einer Energie

von 12 keV ausgesetzt, was einer Oberflächendosis von etwa  $10^9$  Gy entspricht.

Zur Untersuchung der auftretenden Effekte wurde eine Anzahl von Teststrukturen (*gate-controlled* Dioden) am F4-Strahl des DORIS-Speicherrings mit 10 keV Photonen im Dosisbereich von 1 kGy bis 1 GGy bestrahlt. Mit Hilfe von C/V-, I/V- und TSC-Messungen wurde die Dosisabhängigkeit der Flachbandspannung, des Oxid-Oberflächenstroms und der Oberflächenzustandsdichte bestimmt.

T 57.5 Mi 17:45 A125

**Irradiation Studies of GaAs Sensors in a High Intensity Electron Beam** — •ALEXANDER IGNATENKO<sup>2,3</sup>, KONSTANTIN AFANACIEV<sup>2,3</sup>, ELENA CASTRO<sup>2</sup>, WOLFGANG LANGE<sup>2</sup>, WOLFGANG LOHMANN<sup>2</sup>, MARTIN OHLERICH<sup>1,2</sup>, RINGO SCHMIDT<sup>1,2</sup>, and SERGEJ SCHUWALOW<sup>2</sup> — <sup>1</sup>BTU Cottbus, Konrad-Zuse-Str. 1 — <sup>2</sup>DESY, Zeuthen, Platanenallee 6 — <sup>3</sup>NCPHEP, Minsk, Bogdanovic Str. 153

Sensors in the very forward calorimeters of an ILC experiment or for beam condition monitoring at the LHC have to withstand high radiation doses. Here we report on the performance of GaAs sensors as a function of the absorbed dose in a 10 MeV electron beam at the S-DALINAC (TU Darmstadt). Sensors with different chromium concentrations are produced by the Siberian Institute of Technology. The sensor thickness varies between 150 and 500 micrometers. The sensors are irradiated up to doses of 1.5 MGy. The leakage current and the charge collection efficiency are measured as a function of the absorbed dose.

T 57.6 Mi 18:00 A125

**Temperature and Frequency Dependence of Electrical Parameters of Irradiated Silicon Diodes** — •VOLODYMYR KHOMENKOV, DORIS ECKSTEIN, and ECKHART FRETWURST — Institute for Experimental Physics, Hamburg, Germany

At the planned upgrade of the LHC to the SLHC a fluence increase of about factor of 10 is expected to a level of about  $\Phi_{eq} = 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  for the innermost radii of the tracking detector. The important parameters characterising the radiation hardness of silicon materials are full depletion voltage ( $V_{fd}$ ), leakage current ( $I_d$ ) and charge collection efficiency (CCE). These are extracted through CV and IV as well as charge collection measurements. For CV/IV characterization of irradiated silicon detectors a standard temperature of  $20^\circ\text{C}$  and frequency of 10 kHz are adopted. However, in order to decrease high leakage currents at high irradiation level it is necessary to perform measurements at lower temperature. The obtained values  $V_{fd}$  and  $I_d$  depend on the temperature and frequency, as well as on material and radiation type and the fluence. To study this dependence CV/IV measurements in the temperature range from  $-10^\circ\text{C}$  to  $20^\circ\text{C}$  and in the frequency range from 100 Hz to 100 kHz, as well as charge collection measurements were performed for epitaxial and MCz silicon diodes after irradiation with 24 GeV/c protons and reactor neutrons of different fluences. Isothermal annealing was performed at  $80^\circ\text{C}$ .

T 57.7 Mi 18:15 A125

**Messung der integrierten Strahlendosis im ATLAS-Experiment** — •JOCHEN HARTERT<sup>1</sup> und JOHANNA BRONNER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Freiburg — <sup>2</sup>CERN

Der Innere Detektor des ATLAS-Experiments wird einem starken Feld ionisierender und nichtionisierender Strahlung ausgesetzt sein. Insgesamt werden bis zu 100 kGy ionisierende Strahlendosis und mehr als  $10^{14}$  1 MeV-Neutronen Äquivalente pro  $\text{cm}^2$  anfallen. Eine genaue Messung der integrierten Dosis ist essentiell, um Änderungen der Detektoreigenschaften zu verstehen, Simulationen des Strahlungsfeldes zu überprüfen und die Detektoreinstellungen dementsprechend zu optimieren.

Die ionisierende Strahlendosis (TID) in  $\text{SiO}_2$  wird mit Hilfe von Feldeffekttransistoren (RADFETs) gemessen. Dabei wird ausgenutzt, dass die Schwellenspannung am Gate von TID abhängt. Zur Bestimmung des nichtionisierenden Energieverlusts in Silizium werden Effekte durch Gitterschäden in Silizium ausgenutzt. Verwendet werden in Durchlassrichtung betriebene p-i-n Dioden und in Sperrichtung betriebene Pad-Dioden. Des Weiteren erlaubt der Einsatz von bipolaren Transistoren die Messung des Flusses thermischer Neutronen.

Im Vortrag werden das RADMON-System von ATLAS im Allgemei-

nen sowie Auslese und Detektorkontrollsystem im Besonderen behandelt.

T 57.8 Mi 18:30 A125

**Aufbau einer flexiblen Teststation für die Entwicklung und Qualitätssicherung von hochbestrahlten Silizium-Streifen-Sensoren** — BERND ATZ, TOBIAS BARVICH, ALEXANDER DIERLAMM, JOACHIM ERFLE, FRANK HARTMANN, KARL-HEINZ HOFFMANN, THOMAS MÜLLER, HANS-JÜRGEN SIMONIS und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik, Uni Karlsruhe (TH)

In modernen Beschleunigerexperimenten werden die Spurdetektoren immer häufiger aus hochauflösenden Siliziumstreifensensoren aufgebaut. Diese müssen auch die angestrebten größeren Strahlendosen, siehe zum Beispiel SLHC, überstehen. Um neue Sensor-Prototypen zuverlässig und detailliert vermessen, sowie später während der Produktion des Detektors eine gute Qualitätssicherung gewährleisten zu können, wird eine neue automatische, flexible Teststation für hochbestrahlte Sensoren aufgebaut. Neue Funktionen dieser Station sind unter anderem, eine maximale Betriebsspannung für die Sensoren von 2kV, LED-Beleuchtung mit weißem und infrarotem Licht (zur Simulation von hohem Leckstrom), ein kühlbarer Sensor-Haltetisch für Kaltmessungen bis zu  $-30^{\circ}\text{C}$ , das automatische Abfahren von Teststrukturen und eine erweiterte Messpalette. Der Status der Station und erste Mess-

ergebnisse werden vorgestellt.

T 57.9 Mi 18:45 A125

**Untersuchung von hochbestrahlten MCz-Detektormodulen in einem Teststrahl** — MARTIN FREY, TOBIAS BARVICH, ALEXANDER DIERLAMM, FRANK HARTMANN, THOMAS MÜLLER, MAIKE NEULAND, HANS-JÜRGEN SIMONIS und PIA STECK — IEKP, Universität Karlsruhe (TH)

Planungen für ein Upgrade des LHC zum SLHC sehen eine Luminositätssteigerung um einen Faktor zehn vor, wodurch die einzelnen Komponenten der Detektoranlagen einer höheren Strahlenbelastung ausgesetzt sein werden. Im Fall von CMS ist hiervon insbesondere der Spurdetektor betroffen, bei dem die auftretenden Strahlenschäden einen Einsatz der bisher verwendeten Sensor-Technologie unmöglich machen. Magnetic Czochralski (MCz) Silizium zeigt im Vergleich zu Float-Zone Silizium hinsichtlich der Depletionsspannungsentwicklung nach Bestrahlung ein vorteilhaftes Verhalten. Zum Test weiterer Eigenschaften, wie etwa der Ladungssammlungseffizienz, dem Signal-zu-Rausch-Verhalten oder dem Auflösungsvermögen wurden Detektormodule mit bestrahlten MCz-Streifensensoren (p in n) gefertigt und in einem Myonenteststrahl am CERN mit Hilfe eines Strahlteleskops getestet. Erste Ergebnisse von Modulen, bestrahlt mit Fluenzen bis zu  $1 \cdot 10^{15} \text{ neq./cm}^2$ , werden präsentiert.