

T 117: Halbleiter 8

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: P108

T 117.1 Do 16:45 P108

Temperaturabhängige IV-Messungen an bestrahlten ATLAS n⁺-in-n Pixelsensoren — ●BETTINA HILLRINGHAUS¹, CLAUD GÖSSLING¹, REINER KLINGENBERG¹, SILKE ALTENHEINER¹, ANDRÉ RUMMLER¹, MICHAEL ANDRZEJEWSKI¹, JULIA RIETENBACH¹, ANDREAS GISEN¹, ARNO KOMPATSCHER², KAROLA DETTE³ und JENNIFER JENTZSCH³ — ¹TU Dortmund — ²CiS — ³CERN

Der ATLAS Detektor am LHC enthält als innerste Komponente einen hybriden Silizium-Pixel-detektor, welcher als Vertexdetektor dient. In den kommenden Jahren wird durch eine erhöhte Strahlenergie und das geplante Upgrade zum HL-LHC eine höhere Strahlenbelastung der Pixelsensoren zu erwarten sein. Daher wird gefordert, dass diese einer Fluenz von $2 \cdot 10^{16} \text{ neqcm}^{-2}$ standhalten sollen. Zudem muss sichergestellt werden, dass die Arbeitsweise der Sensoren auch nach einer Bestrahlung mit dieser Fluenz bekannt und verstanden ist.

Um diese Strahlenbelastung zu realisieren, wurden n⁺-in-n Silizium Single Chip Sensoren mit Neutronen bzw. Protonen bestrahlt und Strom-Spannungskurven bei unterschiedlichen Temperaturen aufgenommen. Dies ermöglicht es, Aussagen über Eigenschaften von Silizium, darunter die Bandlückenenergie zu tätigen. Erste Ergebnisse der Messungen werden in diesem Vortrag gezeigt.

T 117.2 Do 17:00 P108

Annealing an bestrahlten ATLAS-n⁺-in-n-Pixel-Siliziumsensoren — SILKE ALTENHEINER¹, MICHAEL ANDRZEJEWSKI¹, KAROLA DETTE², ●ANDREAS GISEN¹, CLAUD GÖSSLING¹, BETTINA HILLRINGHAUS¹, JENNIFER JENTZSCH², REINER KLINGENBERG¹, ARNO KOMPATSCHER³, JULIA RIETENBACH¹, ANDRÉ RUMMLER¹ und FELIX WIZEMANN¹ — ¹TU Dortmund — ²CERN — ³CiS

Als Annealing wird das Beheben von Kristallschäden bezeichnet, wie sie zum Beispiel von ionisierender Strahlung hervorgerufen werden. Durch Erhitzen auf bestimmte Temperaturen über kurze Zeiträume kann dieser Effekt zur gezielten Verbesserung der Sensoreigenschaften genutzt werden. An verschiedenen n⁺-in-n-Siliziumsensoren, wie sie im Pixeldetektor des ATLAS-Experiments am LHC Verwendung finden, wurden die durch wiederholt durchgeführtes Annealing bewirkten Änderungen von verschiedenen Eigenschaften eines Sensors untersucht. Besonders betrachtet wurden mögliche Veränderungen der Strom-Spannungskurven, des Tunings sowie des Ladungssammelungsverhaltens. Es wurden Sensoren verwendet, die mit Fluenzen von bis zu $2 \cdot 10^{16} \text{ neq/cm}^2$ bestrahlt worden sind, was den Bedingungen des HL-LHC entspricht. Aus diesen Untersuchungen lassen sich wichtige Eigenschaften des Siliziums wie zum Beispiel die "current related damage constant" α bestimmen.

T 117.3 Do 17:15 P108

Strahlendehärte von Transistoren für das ATLAS HL-LHC Upgrade — ●MARTIN BESSNER, KERSTIN TACKMANN und INGRID GREGOR — Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)

Der ATLAS Detektor ist einer der vier großen Teilchendetektoren am LHC, dem derzeit leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt. Um das Potential des Detektors auszubauen ist geplant, diesen in mehreren Schritten zu verbessern. Der größte Umbau ist für den geplanten High-Luminosity LHC (HL-LHC) vorgesehen, der eine wesentlich höhere Luminosität (bis zu $5 \cdot 10^{34} / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$) erreichen soll. Bei dieser Aufrüstung soll insbesondere der momentane innere Detektor durch ein Silizium-Pixel- und Streifendetektorsystem ersetzt werden, um mit der höheren Kollisionsrate und damit höheren Teilchenzahl zurechtzukommen. Derzeit hat dort jedes Modul seine eigene Hochspannungsversorgung, um es bei Bedarf abschalten zu können. Um das Materialbudget zu verringern, ist geplant, die Zahl der Hochspannungskabel zu reduzieren und mehrere Module mit den gleichen Kabeln zu versorgen ("Multiplexing"). Um weiterhin einzelne Module ein- und ausschalten zu können, werden Transistoren bei den Modulen genutzt. So wie alle anderen Elemente im inneren Detektor müssen diese Transistoren der hohen Strahlenbelastung widerstehen und auch nach Strahlendosen bis zu 10^{15} neq/cm^2 noch zuverlässig funktionieren.

Transistoren verschiedener Hersteller wurden vor und nach einer Bestrahlung getestet. Kritische Parameter wie der Leckstrom im ausgeschalteten Zustand, der Widerstand im angeschalteten Zustand und die dazu nötigen Gatespannungen wurden untersucht.

T 117.4 Do 17:30 P108

Simulationen von Strahlenschäden in Siliziumsensoren mit einem effektiven Defekt-Modell — WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLAMB, ROBERT EBER, ●CARMEN MERX, THOMAS MÜLLER und MARTIN PRINTZ — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Strahlenschäden beeinflussen maßgeblich die Funktion und Effizienz von Siliziumsensoren in Experimenten am LHC. Defekte, die in Silizium durch Bestrahlung entstehen, beeinflussen das elektrische Feld im Sensor und führen zu einer veränderten Ladungsträgerdrift und Ladungsträgerfang an diesen Defekten. Diese können in der Simulation stellvertretend für viele gemessene Defekte mit effektiven Energieniveaus in der Bandlücke nachgestellt werden.

Ein effektives Defekt-Modell, welches anhand von Messdaten wie Leckstrom, Verarmungsspannung und TCT-Signalen im Rahmen der CMS-Sensorentwicklung entwickelt wurde, wird zur Vorhersage von Sensorparametern nach hoher Bestrahlung eingesetzt. Die Ergebnisse werden im Vergleich mit Messungen diskutiert.

T 117.5 Do 17:45 P108

Signalverluste in strahlengeschädigten Siliziumsensoren: Ermittlung der Lebensdauer von Ladungsträgern mittels Simulationen — ●THOMAS POEHLSEN, ERIKA GARUTTI und GEORG STEINBRÜCK — Universität Hamburg

Untersuchungen in den letzten Jahren haben gezeigt, dass hochbestrahlte Siliziumsensoren, mit 1 MeV Neutronen äquivalenten Fluenzen von über 10^{15} cm^{-2} , eine höhere Ladungssammleffizienz (CCE) aufweisen, als aufgrund der standardmäßig benutzten Einfangzeiten (trapping times) erwartet wird.

Die Feldverteilung und Ladungssammlung in Silizium-Flächensensoren werden simuliert und eine verbesserte Parameterisierung der Einfangzeiten wird vorgestellt. Die ermittelten Lebensdauern liegen bis zu einem Faktor von zwei über den oft verwendeten Extrapolationen von Messungen bei kleinen Fluenzen.

T 117.6 Do 18:00 P108

Das Ausheilen von strahleninduzierten Gitterdefekte in Siliziumstreifensensoren für den HL-LHC Detektor — TOBIAS BARVICH, FELIX BÖGELSPACHER, WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLAMB, ROBERT EBER, ●VOLKER HEINE, THOMAS MÜLLER, ANDREAS NÜRNBERG und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP), KIT

Durch den geplanten Ausbau des LHC zum HL-LHC werden die Siliziumsensoren des CMS-Spurdetektors höheren Teilchenflüssen ausgesetzt sein als bisher. Für den notwendigen Austausch des Detektors werden gegenwärtig Siliziumsensoren verschiedener Materialien auf ihre Strahlendehärte untersucht. Hierfür werden die Sensoren mit Protonen und Neutronen verschiedener Energien und Fluenzen bestrahlt um die im Betrieb des Detektors erwarteten strahleninduzierte Gitterdefekte im Silizium zu erzeugen. Diese Gitterdefekte können durch Wärmezufuhr teilweise ausheilen. Dies soll über der Zeit untersucht werden. Hierfür werden die Sensoren einer gezielten Wärmebehandlung unterzogen und erneut untersucht.

T 117.7 Do 18:15 P108

Radiation test of CMOS readout chips for the CMS pixel detector upgrade. — ●GANNA DOLINSKA, IEVGEN KOROL, and DANIEL PITZL — De. Elektronen-Synchrotron

A new version of the CMS pixel readout chip is being developed in 0.25 um CMOS technology for the phase I upgrade later in this decade. An integrated luminosity of 500 fb^{-1} corresponds to radiation doses from 0.15 MGy in the 4th barrel layer to 1 MGy in the layer at 3 cm inner radius, which is beyond the specifications of the present chip in the same technology. Prototype chips have been irradiated with 23 MeV protons up to doses of 2 MGy. The results from measurements of power, thresholds, noise, timewalk, and pulse height tuning before and after irradiation will be presented.

T 117.8 Do 18:30 P108

Teststrahlanalyse bestrahlter Pixel Module für den Ausbau des CMS Detektors (Phase I) — ●MALTE HOFFMANN¹, VALENTINA SOLA¹, ERIKA GARUTTI¹, PETER SCHLEPER¹, JOHANNES HALLER¹

und DANIEL PITZL² — ¹Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg, Deutschland — ²DESY, Hamburg, Deutschland

Der bisherige, 3-lagige Pixel Detektor des CMS-Detektors soll während des technischen Stops 2016/2017 durch einen verbesserten 4-lagigen Detektor ersetzt werden, um auch in Zukunft bei einer höheren erwarteten Luminosität von bis zu $2 \cdot 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ eine hohe Effizienz gewährleisten zu können. Eine Hälfte der vierten Lage des Innenbereiches des Pixel Detektors wird von der Universität Hamburg in Kooperation mit DESY gefertigt werden.

Um sicherzustellen, dass der Detektor auch bei der hohen erwarteten Strahlendosis voll einsatzfähig bleiben wird, wurden zwei Einzelchip Module, bestehend aus einem ROC und einem Sensor, am CERN PS mit einer Dosis von $0.54 \cdot 10^{14}$ bzw. $2.34 \cdot 10^{14} \text{N}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$ bestrahlt und nachher mittels des EUDET-Teleskops am DESY in einem 4-6 GeV Positronen Strahl auf ihre Effizienz und Auflösung untersucht. Die Ergebnisse werden mit einer Simulation verglichen.

T 117.9 Do 18:45 P108

Einfluss der Bestrahlung mit β -Teilchen auf die Ladungssammlung in n^+p Silizium-Streifensensoren — ●CHRISTIAN HENKEL, JOACHIM ERFLE, ERIKA GARUTTI, ROBERT KLANNER, SERGEJ SCHUWALOW, JÖRN SCHWANDT und GEORG STEINBRÜCK — Universität

Hamburg, Hamburg, Deutschland

Die Ladungssammlung von zwei n^+p Silizium-Streifensensoren, die mit dem dem ALiBaVa (**A** Liverpool **B**arcelona **V**alencia) System ausgelesen wurden, wurde mit Elektronen einer 100 MBq ⁹⁰Sr-Quelle untersucht. Ein Sensor wurde aus *Float Zone* Silizium mit *p-spray* Streifenisolation, der andere aus *magnetic Czochralski* Silizium mit *p-stop* Isolation hergestellt. Die *p*-Dotierung des Kristalls ist $3.7 \cdot 10^{12} \text{cm}^{-3}$.

Beide Sensoren waren zunächst unbestrahlt. Mit der β -Quelle wurde eine Kreisfläche von etwa 1 mm Radius bestrahlt. Die Dosisrate im SiO₂ betrug am Maximum der Verteilung etwa 2.25 Gy/h über eine Messdauer von bis zu 35 Tagen.

Während und nach Bestrahlung wurden signifikante Änderungen in der Ladungssammlung beobachtet: Während die Ladungsteilung beim unbestrahlten Sensor gering ist, nimmt diese bereits nach einem Tag Bestrahlung signifikant zu. Außerdem nimmt die gesamte *Clusterladung* ab und die Verarmungsspannung des Sensors zu. Die Temperaturbehandlung der Sensoren für 18 Stunden bei 60°C bzw. 80°C zeigt, dass die beobachteten Änderungen nur zu einem geringen Anteil ausgeheilt werden konnten. Mit Hilfe von TCAD-Simulationsrechnungen konnte gezeigt werden, dass die Beobachtungen durch strahlungsinduzierte positive Ladungen im SiO₂ erklärt werden können.