

T 69: Halbleiterdetektoren (Strahlenschäden, neue Konzepte)

Zeit: Dienstag 16:45–19:00

Raum: VSH 11

T 69.1 Di 16:45 VSH 11

Enhanced lateral drift sensors: simulation and production — ●ANASTASIA VELYKA and HENDRIK JANSEN — DESY Hamburg

One of the main goals in the R&D of tracker sensors technology is to improve the position resolution of the particle detector. There are two ways to achieve this. The most common way is to decrease the size of the read-out cell, i.e. to decrease the pixel or strip pitch. But in this case, the number of channels increases, which requires an increased bandwidth for the read-out. The other possibility to improve the position resolution of sensors is to increase the lateral size of the charge distribution already during the drift in the sensor material. In this case, it is necessary to carefully engineer the electric field in the bulk of this so-called enhanced lateral drift (ELAD) sensor. This new design is using implants deep inside the bulk. Implants constitute volumes with different values of doping concentration in comparison to the concentration in the bulk. This allows for modification of the drift path of the charge carriers in the sensor. The development of such a detector requires a good understanding of the entire production process. In order to find an optimal geometry and design of the detector, it is necessary to make reliable simulations, which are conducted using SYNOPSIS TCAD. The parameters that need to be defined are the geometry of the implants, their doping concentration and the position inside the sensor. For a realistic modeling of such implants, process simulations are used to provide input of their production-determined shapes. In this talk, the concept of ELAD is described. TCAD simulations and a description of the production process are presented.

T 69.2 Di 17:00 VSH 11

The new edge-TCT setup at the University of Hamburg — ●FINN FEINDT, CHRISTIAN SCHARF, ERIKA GARUTTI, GEORG STEINBRÜCK, and ROBERT KLANNER — Institute for Experimental Physics, Hamburg University, Luruper Chaussee 149, D-22761 Hamburg, Germany

The purpose of the edge Transient Current Technique (TCT) is to measure the drift velocity, electric field and charge collection in radiation-damaged silicon strip sensors. A new edge-TCT setup was developed in our laboratory.

In edge-TCT measurements, infrared light from a sub-ns pulsed laser is focused to a μm -size spot and scanned across the polished edge of a strip sensor. Thus electron-hole pairs are generated at a known depth in the sensor. Electrons and holes drift in the electric field and induce transient currents in the sensor electrodes. The transient currents are recorded as a function of the applied voltage and the position of the laser focus, and analyzed in order to determine the drift velocities, the electric field and the charge collection.

In this talk, the setup and procedures for preparation of the sensor and calibration are described, and results of first measurements on non-irradiated silicon strip sensors are presented.

T 69.3 Di 17:15 VSH 11

Absorption of near infrared light in highly irradiated silicon — ●CHRISTIAN SCHARF, ROBERT KLANNER, ERIKA GARUTTI, and FINN FEINDT — Institute for Experimental Physics, Hamburg University, Luruper Chaussee 149, D-22761 Hamburg, Germany

An increase of the absorption coefficient of near infrared light in silicon was investigated after irradiation with protons with momenta of 23 GeV to fluences of up to $1.3 \cdot 10^{16} \text{ neq/cm}^2$. Near infrared light is frequently used to study the radiation damage of silicon sensors. To interpret the measurements, the charge deposited by the laser light, which depends on the absorption coefficient, has to be known. The absorption coefficient of silicon was determined at room temperature as a function of the fluence and at wavelengths between 1000 and 1300 nm using a spectrophotometer. Additionally, the absorption coefficient of silicon was determined at a wavelength of 1052 nm as a function of the fluence and applied voltage at -20 °C and -30 °C using the University of Hamburg edge-TCT setup. An increase of the absorption coefficient of silicon with fluence and a decrease with the applied voltage were observed. The results are compared to charge collection measurements on irradiated pad diodes using pulsed laser light of 1064 nm wavelength.

T 69.4 Di 17:30 VSH 11

Front Side Biasing: Qualifizierung vorderseitig betriebener**Siliziumsensoren für den CMS-Spuredetektor** — FELIX BÖGELSBACHER, ALEXANDER DIERLAMM, ●MARIUS METZLER, THOMAS MÜLLER und PIA STECK — IEKP

Mitte der 2020er Jahre soll das Phase-II-Upgrade des Large Hadron Collider (LHC) und damit auch des Compact Muon Solenoid Detektors (CMS) umgesetzt werden. Neben den durch die Erhöhung der Luminosität steigenden Anforderungen an Sensormaterial, Elektronik und Datenerfassung, stellt auch die Zusammenführung der einzelnen Komponenten zu einem funktionsfähigen Modul, bestehend aus Sensorpaar, Front-End-Elektronik und Stabilisierungsstrukturen, eine Herausforderung dar. Aus praktischer Sicht müssen die Module so konstruiert werden, dass die Produktion von ungefähr 13000 Exemplaren so einfach, zuverlässig und schnell wie möglich durchgeführt werden kann.

Im konventionellen Modulbau wird an der Rückseite der n-in-p Streifensensoren eine negative Spannung und auf der Oberseite Masse angelegt. Es ist jedoch möglich, die Spannung ebenfalls auf der Vorderseite in der Nähe der Schnittkante anzulegen und die elektrischen Eigenschaften dieser auszunutzen, um einen Stromfluss zur Rückseite und somit den gewohnten Betriebszustand des Sensors zu erzeugen. Dies würde den Modulbauprozess stark vereinfachen. Ergebnisse einer entsprechenden Qualifizierungsstudie werden hierzu vorgestellt.

T 69.5 Di 17:45 VSH 11

Laboruntersuchung modifizierter Pixelimplantationen — SILKE ALTENHEINER¹, KAROLA DETTE^{1,2}, SASCHA DUNGS¹, ANDREAS GISEN¹, CLAUS GÖSSLING¹, ●MARIUS GROTHE¹, REINER KLINGENBERG¹, KEVIN KRÖNINGER¹, RAPHAEL MICHALLEK¹ und MAREIKE WEERS¹ — ¹TU Dortmund, Experimentelle Physik IV — ²CERN

Untersuchungen an segmentierten, bestrahlten Siliziumsensoren legen nahe, dass mit zunehmender elektrischer Feldstärke eine erhöhte Ladungssammlung erreicht werden kann. Aus diesem Grund wurden in Dortmund verschiedene modifizierte Pixeldesigns entwickelt, welche Feldstärkemaxima begünstigen sollen. Strukturen mit diesen Pixelimplantationen wurden zusammen auf einem Siliziumsensor platziert, welcher über einen FE-I4 Chip ausgelesen werden kann.

Ein Assembly, bestehend aus einem solchen Sensor und FE-I4 Chip, wurde mit einer Fluenz von $5 \times 10^{15} \text{ neq/cm}^2$ bestrahlt und wird nun im Labor untersucht. Hierbei werden an den einzelnen Strukturen neben IV-Messungen insbesondere Messungen zur Ladungssammlung unter Nutzung einer Strontium Quelle vorgenommen. Durch das spezielle Design der Guardringe können die einzelnen Strukturen separat betrachtet werden.

T 69.6 Di 18:00 VSH 11

Testbeamergebnisse modifizierter Pixelimplantation — SILKE ALTENHEINER¹, KAROLA DETTE^{1,2}, SASCHA DUNGS¹, ANDREAS GISEN¹, CLAUS GÖSSLING¹, MARIUS GROTHE¹, REINER KLINGENBERG¹, KEVIN KRÖNINGER¹, RAPHAEL MICHALLEK¹ und ●MAREIKE WEERS¹ — ¹TU Dortmund, Experimentelle Physik IV — ²CERN

Für das Upgrade des LHCs zum High Luminosity LHC werden neue Spurdetektoren für das ATLAS-Experiment benötigt, um der höheren instantanen Luminosität und dem höheren Teilchenfluss gerecht zu werden. Dazu wird ein neuer Tracker, der sogenannte Inner Tracker (ITk), verwendet.

Die dafür verwendeten Silizium-Pixeldetektoren müssen eine hohe Effizienz beim Nachweis von Teilchen aufweisen. Zur Untersuchung des Einflusses der Struktur der Pixelimplantation auf die Effizienz wurden sechs verschiedene Pixeldesigns für planare n⁺-in-n-Silizium-Pixelsensoren entwickelt.

Bei der Charakterisierung der einzelnen Designs wird vor allem die Strahlenhärte berücksichtigt. Die Ergebnisse der Datenanalyse von verschiedenen Testbeams dieser sechs verschiedenen Pixeldesigns werden präsentiert, wobei sowohl bestrahlte, als auch unbestrahlte Sensoren verwendet wurden.

T 69.7 Di 18:15 VSH 11

Characterization results of a 50 um thin Depleted Monolithic Active Pixel Sensor (DMAPS) prototype in a 150 nm mul-

multiple well CMOS technology with backside processing and a high resistive bulk (ESPROS) — •THERESA OBERMANN, TOMASZ HEMPEREK, FABIAN HÜGGING, HANS KRÜGER, DAVID-LEON POHL, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Bonn, D-53115

The DMAPS concept is a new monolithic pixel detector concept which integrates the front-end circuitry and the sensor on the same silicon substrate which can be fully depleted. The realization of prototypes of the DMAPS concept relies on the availability of multiple well CMOS processes and high resistive substrates. Two DMAPS prototypes were designed in the 150 nm process of the CMOS foundry ESPROS photonics and fabricated on a high resistive n-type wafer of 50 μm thickness. The prototypes have 352 square pixels of 40 μm pitch and small n-well charge collection node with very low capacitance (n+-implantation size: 5 μm by 5 μm) and about 150 transistors per pixel (CSA and discriminator plus a small digital part). The performance of the prototypes was studied before and after an irradiation with neutrons up to $5\text{E}14$ neq. In this talk the final results of the characterization in the lab and beam test will be presented.

T 69.8 Di 18:30 VSH 11

Inbetriebnahme des ATLAS Diamond Beam Monitors — •BEN BRÜERS, JÖRN GROSSE-KNETTER, ARNULF QUADT und JENS WEINGARTEN — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Für die Überwachung der Position des Wechselwirkungspunktes im ATLAS Detektor, sowie zur Messung der instantanen Luminosität wurde für Run 2 der ATLAS Diamond Beam Monitor (DBM) installiert. DBM besteht aus vier Teleskopstationen auf jeder Seite des Wechsel-

wirkungspunktes, wobei jedes Teleskop aus drei einzelnen Detektormodulen aufgebaut ist. Die Module bestehen aus pixelierten, polykristallinen CVD Diamantsensoren, welche von FE-I4B Chips ausgelesen werden.

Im Vortrag werden das Detektorsystem, sowie der Fortschritt der Aktivitäten zu dessen Inbetriebnahme vorgestellt.

T 69.9 Di 18:45 VSH 11

Entwicklung eines 3D Diamantpixeldetektors — •HELGE CHRISTOPH BECK, ARNULF QUADT und JENS WEINGARTEN — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Für zukünftige Hochenergie teilchenexperimente mit höherer Luminosität werden strahlenharte Detektormaterialien für Spurdetektoren benötigt. Diamant ist für diese Herausforderungen ein guter Kandidat als Sensormaterial. Um das im Vergleich zu Silizium kleinere Signal und Ladungseinfang im Diamanten zu kompensieren, ist eine dreidimensionale Anordnung der Elektroden im Sensormaterial vorgeschlagen. Wegen der Stabilität der Diamanten wird ein Femtosekundenlaser verwendet, um die Kristallstruktur aufzubrechen. Sie formt sich danach neu in der thermodynamisch günstigeren Konformation Graphit, welches elektrisch leitend ist. Diese Graphitsäulen werden in einer Pixelgeometrie im Diamanten produziert. Metallisierung der Säulen und Bump-bonding auf einen Auslesechip sind die finalen Schritte zum Pixeldetektor.

Im Rahmen der ATLAS Kollaboration wird ein Prototyp eines Diamantpixeldetektors entwickelt und produziert. Der verwendete Auslesechip ist der FEI4-Chip, der schon im ATLAS Detektor benutzt wird. In diesem Vortrag werden der Weg zum Detektor und erste Ergebnisse präsentiert.