

## T 64: Halbleiterdetektoren: Forschung und Entwicklung 4

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: GER-007

T 64.1 Mi 16:45 GER-007

**A Digital Silicon Photomultiplier with Multiple Time-to-Digital Converters** — ERIKA GARUTTI<sup>2</sup>, ALESSANDRO SILENZI<sup>1</sup>, and •CHEN XU<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>DESY, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>University Hamburg, Hamburg, Germany

A silicon photomultiplier (SiPM) with pixel level signal digitization and column-wise connected time-to-digital converters (TDCs) has been developed for an endoscopic Positron Emission Tomography (PET) detector. A digital SiPM has pixels consist of a single photon avalanche diode (SPAD) and circuit elements to optimize overall dark counts and temporal response. Compared with conventional analog SiPM, digital SiPM's direct signal route from SPAD to TDC improves single photon time resolution. In addition, using multiple TDCs can perform the statistical estimation of the time-of-arrival in multiple photon detection case such as readout of scintillation crystals. Characterization measurements of the prototype digital SiPM and a Monte-Carlo simulation to predict the timing performance of the PET detector will be shown.

T 64.2 Mi 17:00 GER-007

**G4SiPM: ein neuartiges SiPM Simulationspaket für Geant4** — •TIM NIGGEMANN, ERIK DIETZ-LAURSONN, THOMAS HEBBEKER, ANDREAS KÜNSKEN, MARKUS LAUSCHER und MARKUS MERSCHMEYER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Silizium Photomultiplier (SiPMs) sind halbleiterbasierte Photodetektoren. Sie zeichnen sich durch eine aktive Fläche von wenigen Quadratmillimetern, eine moderate Betriebsspannung von einigen zehn Volt, die Unempfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern und vor allem durch eine hohe Photondetektionseffizienz (PDE) von bis zu 40 % aus. Prototypen zeigen bereits über 65 % PDE.

Zusätzlich zum thermischen Rauschen wird die Signalantwort durch korreliertes Rauschen (optisches Übersprechen und Nachpulsen) beeinflusst, weshalb eine exakte Vorhersage der Antwort nicht trivial ist. Hierzu präsentieren wir eine vollständig in Geant4 integrierte SiPM Monte-Carlo-Simulation. Grundlage der Simulation sind experimentell ermittelbare Kenngrößen des SiPMs (Geometrie, Rauschraten, etc.), wobei zwischen verschiedenen Arbeitspunkten, definiert durch Temperatur und Betriebsspannung, interpoliert werden kann.

Geant4 ist ein in der Hochenergiephysik etabliertes Toolkit zur Simulation von Teilchendurchgängen durch Materie. Durch Integration der SiPMs in Geant4 kann deren Verhalten innerhab komplexer Detektorgeometrien studiert werden.

T 64.3 Mi 17:15 GER-007

**Messung von SiPM-Betriebsparametern bei verschiedenen Temperaturen und ihre Simulation in GEANT4** — •ANDREAS KÜNSKEN<sup>1</sup>, CARSTEN HEIDEMANN<sup>2</sup>, THOMAS HEBBEKER<sup>2</sup>, MARKUS MERSCHMEYER<sup>2</sup>, SIMON NIESWAND<sup>2</sup> und TIM NIGGEMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen, D-52056 Aachen — <sup>2</sup>III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Für den Betrieb von Silizium-Photomultipliern (SiPMs) ist die Kenntnis der SiPM-Eigenschaften bei verschiedenen Temperaturen notwendig. Um diese zu messen, wurde mithilfe von Peltierelementen ein Kühlsystem für Silizium-Photomultiplier entworfen und in Betrieb genommen. Die thermische Rauschrate und die Dunkelrauschrate sowie die crosstalk- und afterpulse-Wahrscheinlichkeit verschiedener SiPM-Typen werden bei Temperaturen von 20°C, 15°C und 10°C analysiert. Die gemessenen Parameter werden zur Verbesserung spezieller SiPM-Simulationen in GEANT4 verwendet.

T 64.4 Mi 17:30 GER-007

**Measuring the photon detection efficiency of SiPMs with a multipurpose light source** — •TIM ENZWEILER, THOMAS HEBBEKER, CARSTEN HEIDEMANN, and MARKUS MERSCHMEYER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Silicon Photomultipliers (SiPMs) are semiconductor-based detectors which are capable of detecting single photons. Due to this property SiPMs are very attractive to astroparticle and high-energy physics experiments. Interesting characteristics are crosstalk, after pulsing and thermal noise as well as electrical characteristics which are recovery time, gain and pulse shape. Very important properties are the relative and absolute photon detection efficiency.

We have developed a fully automated optical test stand that is capa-

ble of measuring the temperature and overvoltage dependence of these characteristics. It contains devices for pulsing single wavelength LEDs as well as for constant white light. The performance of the light source is especially important for measurements of the photon detection efficiency, the spectral range and the linearity of SiPMs. The talk will present the design status/performance of this light source.

T 64.5 Mi 17:45 GER-007

**Charakterisierung und Simulation von Silizium-Photomultipliern** — •FLORIAN SCHEUCH, THOMAS HEBBEKER, MARKUS MERSCHMEYER und CARSTEN HEIDEMANN — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Silizium-Photomultiplier (SiPM) erhalten in der Teilchenphysik einen immer höheren Stellenwert als Nachweisgerät für geringe Lichtmengen. So werden sie in verschiedenen Experimenten der Teilchen- und Astroteilchenphysik verwendet oder ihre Verwendung geplant.

Für einen autonomen Betrieb der SiPM ist eine genaue Kenntnis der Temperaturabhängigkeit ihrer Eigenschaften, der Pulsform und der Verstärkung notwendig um die Front-End-Elektronik entsprechend anpassen zu können. Zum Verständnis dieser Aspekte wurden elektrische Modelle zur Beschreibung der SiPMs untersucht. Entsprechend dieser Modelle wurden SiPMs charakterisiert und die Modelle in SPICE-Simulationen implementiert. Zur Messung der Modellparameter wurden detaillierte Impedanzmessungen an SiPMs verschiedener Hersteller durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Analysen, insbesondere die Bestimmung der Modellparameter, werden in diesem Vortrag vorgestellt. Die Simulationen des Rausch- und Antwortverhaltens werden in einem weiteren Vortrag (T. Niggemann) behandelt.

T 64.6 Mi 18:00 GER-007

**BackSPAD - Developments: Latest Results** — •DANIEL DURINI<sup>1</sup>, SASCHA WEYERS<sup>1</sup>, MARTIN STÜHLMEYER<sup>1</sup>, ANDREAS GOELICH<sup>1</sup>, WERNER BROCKHERDE<sup>1</sup>, UWE PASCHEN<sup>1</sup>, HOLGER VOGT<sup>1</sup>, SIMONE TISA<sup>2</sup>, ALBERTO TOSI<sup>2</sup>, and FRANCO ZAPPA<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Fraunhofer IMS, Duisburg, Germany — <sup>2</sup>Politecnico di Milano, Milan, Italy

In the recent years, a large amount of effort has been put into the development of Silicon Photomultipliers (SiPM) as a viable technology to replace the conventional photo multiplier tubes (PMT) in many low-light level applications. In parallel, a concept has been pursued where the Geiger avalanche diodes are integrated in the same substrate with the pixel-electronics, forming arrays of Single-Photon Avalanche Diodes (SPAD) smart pixels exploiting in this way the advantages of the CMOS technology combined with single-photon counting possibilities. One of the huge problems accompanying the increase of the in-pixel circuit complexity is the unavoidable diminishing of the SPAD pixel fill-factors, which tend to descend to below 4%. Aiming at improving the SPAD front-end performance, we pursue the development of Back-Side Illuminated SPAD (BackSPAD) smart-pixel structures in the frame of the EU-FP7-ICT-5 project \*MiSPiA\* (grant agreement No. 257646). BackSPAD array and the smart-pixel electronics are placed one over the other in close mechanical and electrical contact. The BackSPAD detectors are isolated from each other by deep trenches. The recent measurement results of the BackSPAD structures will be reported.

T 64.7 Mi 18:15 GER-007

**Power pulsing of the CMOS sensor Mimoso 26** — •OLEG KUPRASH<sup>1,2</sup>, OLENA BACHYNSKA<sup>1</sup>, INGRID-MARIA GREGOR<sup>1</sup>, and ULRICH KÖTZ<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Notkestraße 85, Hamburg 22607 — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Bundesstraße 55 (Geomatikum), Hamburg 20146

Mimoso 26 is a monolithic active pixel sensor developed by IPHC (Strasbourg) as a first prototype for the ILC vertex detector studies. The resolution requirements for the ILC tracking detector are very extreme, demanding very low material in the detector, thus only air cooling can be considered. Power consumption has to be reduced as far as possible. The beam structure of the ILC allows the possibility of power pulsing: only for about the 1 ms long bunch train full power is required, and during the 199 ms long pauses between the bunch trains the power can be reduced to a minimum. Not being adopted for the

power pulsing, the sensor shows in laboratory tests a good performance under power pulsing. The power pulsing allows to significantly reduce the heating of the chip and divides power consumption approximately by a factor of 5. In this report a summary of power pulsing studies using the digital readout of Mimosa 26 will be given.

T 64.8 Mi 18:30 GER-007

**Application of Diamond Based Beam Loss Monitors** —  
 •MARIA HEMPEL<sup>1,2,3</sup>, TOBIAS BÄR<sup>3,4</sup>, ELENA MARIA CASTRO CARBALLO<sup>2</sup>, WOLFGANG LOHMANN<sup>1,2</sup>, and RÜDIGER SCHMIDT<sup>3</sup> —  
<sup>1</sup>Technische Universität Brandenburg, Cottbus, Deutschland —  
<sup>2</sup>DESY-Zeuthen, Zeuthen, Deutschland — <sup>3</sup>CERN, Genf, Schweiz —  
<sup>4</sup>Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland

The LHC has an operational stored energy of 130MJ per beam. Only a small percentage of beam losses in the LHC equipment can damage material or lead to magnet quenches. Therefore, it is important to monitor different types of beam losses, e.g. scattering on residual gas particles, UFOs, collisions and injection losses. A detailed understanding of beam loss mechanisms is necessary to reduce them and ensure safe operation. Two different beam loss monitors are installed in the LHC tunnel: ionization chambers and diamond sensors. Ionization chambers trigger a beam dump if beam losses exceed a certain threshold. They have a time resolution of 40um (half LHC turn) which is not sufficient to resolve bunch-by-bunch beam losses. Diamond sensors have a nanosecond time resolution and can therefore detect bunch-by-bunch

beam losses. This time resolution allows an analysis of various types of beam losses and an understanding of the mechanisms. For the first time beam loss intensities were measured bunch-by-bunch caused by different origins of losses. Beam loss measurements using diamond sensors will be presented. The results are compared to simulations and good qualitative agreement was found. The potential of diamond sensors for LHC and experiment applications will be discussed.

T 64.9 Mi 18:45 GER-007

**Photoelektronenspektroskopie mit Hilfe von Hardwarekomponenten aus der Cherenkov-Astronomie** — •KAI SCHENNETTEN und JENS BUSS — TU Dortmund, Deutschland

Das First G-APD Cherenkov Telescope (FACT) verwendet Silizium-Photomultiplier und eine schnelle Ausleseelektronik zur Detektion des Cherenkovlichts von atmosphärischen Teilenschauern. Eine derartige Kamera, die schnelle und lichtschwache Ereignisse aufzeichnen kann, ist auch für andere physikalische Bereiche mit ähnlichen Anforderungen interessant.

Ein mögliches Anwendungsgebiet ist die Photoelektronenspektroskopie, mit der die chemische Zusammensetzung von Festkörperoberflächen untersucht wird. Dieser Vortrag erklärt, wie ein Teil der FACT-Elektronik verwendet wurde, um mit Silizium-Photomultipliern ein Röntgen-Photoelektronenspektrum am Elektronenspeicherring DELTA zu messen.