

HL 57 Poster IIa

Zeit: Dienstag 16:30–19:00

Raum: Poster TU E

HL 57.1 Di 16:30 Poster TU E

Modellierung des elektrischen Verhaltens organischer Feldeffekt-Transistoren — ●CHRISTOPH PANNEMANN, THOMAS DIEKMANN und ULRICH HILLERINGMANN — Universität Paderborn, Fakultät EIM-E, Sensorik, Warburger Str. 100, D-33098 Paderborn

Organische Feldeffekt-Transistoren (OFET) wurden durch thermisches Verdampfen des Halbleitermaterials Pentacen auf 100mm Silizium Substraten hergestellt. Durch kontinuierliche Kontrolle und Justage der Präparations-Bedingungen konnte eine deutliche Steigerung der Homogenität der elektrischen Parameter, wie z.B. der Schwellenspannung und des on-Stroms, erzielt werden. Die statistische Auswertung ergab eine gute Reproduzierbarkeit der Ergebnisse über die gesamte Waferoberfläche. Anschließend wurde die Übertragbarkeit der üblicherweise zur Beschreibung von OFETs herangezogenen MOS-Gleichungen modelliert und ergab eine gute Übereinstimmung mit den gemessenen Daten. Lediglich bei erhöhten Kontaktwiderständen zeigten sich im Anlaufbereich der Ausgangskennlinie größere Abweichungen.

HL 57.2 Di 16:30 Poster TU E

Fabrication and characterisation of nanoscale p-type organic field-effect transistors — ●D. V. PHAM¹, C. BOCK¹, U. KUNZE¹, D. KÄFER², G. WITTE², and CH. WÖLL² — ¹Lehrstuhl für Werkstoffe und Nanoelektronik, Ruhr-Universität Bochum, D-44780 — ²Lehrstuhl für Physikalische Chemie I, Ruhr-Universität Bochum, D-44780

Shifting the channel length L of an organic field-effect transistor (OFET) from micrometer scale structures to nanometer scale a lower driving voltage and an improved cutoff frequency is expected. However, in a bottom-contact structure the ordering of the organic film depends on the channel length and on the growth temperature. We use electron-beam-lithography and lift-off technique to deposit nanoscale Ti/Au electrodes on thermally n-type oxidized silicon ($d = 40$ nm). The channel length was varied from 5 μm to 100 nm. On top of the electrodes a 60 - 120 nm pentacene film is grown by organic molecular beam epitaxy. We study the correlation of the morphology of the organic film in the active region for different growth temperatures and the output and transfer characteristics of the OFET. Two-terminal and four-terminal measurements enable to eliminate the contact resistance, which becomes more and more important for short channel length. Rubrene is also a promising candidate for high mobility OFETs. Therefore analogue investigations are done on rubrene field-effect structures.

HL 57.3 Di 16:30 Poster TU E

Density of Occupied States in Layers of DNA Bases on H-passivated Si(111) — ●S. SEIFERT, G. GAVRILA, S.D. SILAGHI und D.R.T. ZAHN — Institut für Physik, Technische Universität Chemnitz, D-09107 Chemnitz

The (opto-)electronic properties of the four DNA bases adenine, cytosine, guanine and thymine may suggest the possibility to use them in bio-electronic applications. There is, however, little knowledge or experimental data regarding the electronic structures of these materials. Therefore a systematic photoelectron spectroscopy study was performed for DNA base layers. Such layers were prepared with various thicknesses by organic molecular beam deposition on H-passivated Si(111) under ultra high vacuum conditions. Ultraviolet photoelectron spectroscopy (UPS) with an excitation energy of 21.2 eV (He I radiation) in normal emission was employed to determine the density of occupied states (DOOS) of these layers. The results are compared to previously obtained information on the combined density of states obtained by variable angle spectroscopic ellipsometry and the calculated electronic states of single molecules.

HL 57.4 Di 16:30 Poster TU E

Combined Raman Spectroscopy and Electrical Characterization of Pentacene Based Organic Field Effect Transistors — ●B.A. PAEZ¹, G. SALVAN¹, L. MANCERA¹, R. SCHOLZ¹, C. PANNEMANN², U. HILLERINGMANN², and D.R.T. ZAHN¹ — ¹Institut für Physik, Technische Universität Chemnitz, Chemnitz, Germany — ²Universität Paderborn, Paderborn, Germany

Pentacene organic field effect transistors with a channel geometry of 16 μm width, 100 μm length, 30 nm active layer, and a dielectric thickness of 150 nm (SiO_2), were characterized by Raman spectroscopy and current-voltage (IV) measurements.

In the Raman measurements a change in band intensities is observed upon applying a gate voltage, but no shifts in the phonon positions were observed within the resolution of the set-up (0.7 cm^{-1}). The results indicate a morphological change of the active layer induced by the gate field.

The current-voltage (IV) characteristics were measured in darkness and under illumination with monochromatic laser light. The results reveal an increase in the drain current upon illumination with a maximum at 2.54 eV photon energy. The dependence of the current-voltage (IV) characteristics on the photon energy was fitted to a modified OFET model allowing for ambipolar charge transport.

HL 57.5 Di 16:30 Poster TU E

Luminescence Quenching experiments in Thin Films of PTCDA and MePTCDI, — ●ANDRÉ HOLZHEY, KARL LEO und MICHAEL HOFFMANN — TU Dresden, Institut für Angewandte Photophysik (IAPP), 01062 Dresden, Germany, www.iapp.de

CW and time resolved photoluminescence and luminescence quenching of 3,4,9,10-perylene-tetracarboxylic-dianhydride (PTCDA) and N,N'-dimethylperylene-3,4,9,10-dicarboximide (MePTCDI) thin layers show a dependence on the evaporation process, especially due to different degeneration of layers for different multilayer structures. Investigation of these dependencies allows to compare current measurements to previous results of exciton diffusion experiments by R. Schüppel [1]. It permits a more detailed view on exciton diffusion parameters of PTCDA and MePTCDI and on the diffusion mechanism. Using a spectrofluorometer and a revised streak camera setup, the surface luminescence quenching in double layers is investigated for various layer thicknesses, excitation energies and temperatures. The dependence on excitation energy allows conclusions about the interplay between exciton relaxation and diffusion.

[1] R. Schüppel, T. Dienel, K. Leo and M. Hoffmann, J. Lum., in press (2004)

HL 57.6 Di 16:30 Poster TU E

Dynamic behaviour and scaling properties of OFETs with channel lengths between 50 μm and 100 nm — ●JÖRG SEEKAMP, TOBIAS MUCK, ARNE HOPPE, TORSTEN BALSTER, and VEIT WAGNER — School of Engineering and Science, International University Bremen, 28759 Bremen, Germany

A major demand to organic field effect transistors (OFETs) is the improvement of their dynamic properties. The maximum operating frequency of the transistor follows from the gradual channel approximation: $f_t = \frac{\mu V'_d}{2\pi L^2}$; $V'_d := \min(V_{gs} - V_t, V_{ds})$. For this frequency the input current, i.e. I_{gate} , is equal to the output current, i.e. I_{drain} . At higher frequencies a given stage of an electronic circuit is no longer able to drive a following stage of the same type. For an OFET with $L = 100$ nm, $\mu = 0.01 \frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$, $V'_d = 1.7$ V this results in $f_t = 27$ MHz. In this contribution transit frequencies for the small signal case and the switching behaviour of OFETs with channel lengths between 50 μm and 100 nm are presented. For a common gate bottom electrode device geometry f_t from 100 Hz to 10 kHz were measured for channel length between 50 μm and 1 μm . Geometry effects are accounted for by introducing a geometry factor: $f_t = a \frac{\mu V'_d}{2\pi L^2}$. Further deviations of measured f_t with respect to the expected values are discussed in terms of the organic material properties and interfaces to the gate isolator and electrodes.

HL 57.7 Di 16:30 Poster TU E

Determination of hole mobility and lifetime in bulk heterojunction solar cells by photoinduced absorption spectroscopy — ●STEFAN VOIGT¹, ULADZIMIR ZHOKHAVETS¹, GERHARD GOBSCH¹, MAHER AL-IBRAHIM^{2,3}, OLIVER AMBACHER² und STEFFI SENSFUSS³ — ¹Institute of Physics, Ilmenau Technical University, 98684 Ilmenau, Germany — ²Centre of Micro- and Nanotechnologies, Ilmenau Technical University, 98684 Ilmenau, Germany — ³TITK Inst. Rudolstadt, Dept. Functional Polymer Systems, 07407 Rudolstadt, Germany

Increasing the power conversion efficiency of bulk heterojunction polymer/fullerene solar cells is the aim of numerous research groups for several years. In particular, the efficiency is limited due to low charge carrier mobilities μ and lifetimes τ . In order to improve the efficiency, the product $\mu\tau$ needs to be increased. In our work, the hole mobility and lifetime in poly(3-hexylthiophene) (P3HT) / [6,6]phenyl-C61-butric acid

methyl ester (PCBM) solar cells were determined by photoinduced absorption (PIA) spectroscopy. The hole lifetime was determined from the frequency dependence of the PIA - signal. The out-of-plane hole mobility was deduced from the dependence of the hole lifetime on the applied voltage. The influence of annealing temperature on these parameters was investigated.

HL 57.8 Di 16:30 Poster TU E

Correlation effects in dense mass-asymmetric electron-hole plasmas — •MICHAEL BONITZ¹, VLADIMIR FILINOV², VLADIMIR FORTOV², PAVEL LEVASHOV², and HOLGER FEHSKE³ — ¹Institute for Theoretical Physics and Astrophysics, Christian-Albrechts-University Kiel, Leibnizstrasse 15, 24098 Kiel — ²Institute for High Energy Density, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia — ³Institute of Physics, Ernst-Moritz-Arndt-University Greifswald

Insulating excitonic phases in strongly correlated semiconductors, insulator-metal transition and the possibility of exciton Bose condensation are attracting increasing interest, e.g. [1].

A theoretical approach which is particularly well suited to describe these phenomena is the path integral quantum Monte Carlo (PIMC) method. We present simulation results for the excitonic phase diagram of $\text{TmSe}_{0.45}\text{Te}_{0.55}$ which was measured in Ref. [1]. In particular, we calculate the fraction of the electron-hole and hole-hole bound states, pair correlation functions, snapshots of the particle positions, internal energy and equation of state of a mass-asymmetric electron-hole plasma. Data for the isotherms $T=30\text{--}300\text{ K}$ are presented. Density-temperature regions have been found for existence of excitons, bi-excitons and many-particle clusters. The transition to a metallic state is detected [2].

[1] P. Wachter, B. Bucher, and J. Malar, Phys. Rev. B **69**, 094502 (2004); [2] V. Filinov, H. Fehske, and M. Bonitz, New J. Phys. (2005)

HL 57.9 Di 16:30 Poster TU E

Thermoelectric Properties of Disordered Systems — •A. CROY^{1,2}, R. A. RÖMER¹, A. MACKINNON³, and M. SCHREIBER² — ¹Department of Physics & Centre for Scientific Computing, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, UK — ²Institut für Physik, Technische Universität, 09107 Chemnitz, Germany — ³Blackett Laboratory, Imperial College London, London SW7 2BW, UK

The electronic properties of disordered systems at the metal-insulator transition (MIT) have been the subject of intense study for several decades. Thermoelectric properties at the MIT, such as thermopower and thermal conductivity, however, have been relatively neglected. Using an extension of the recursive Green's function method [1,2], we are able to calculate the low temperature behavior of all kinetic coefficients L_{ij} for long strips or bars. From these we can deduce the electrical conductivity σ , the thermopower S and the Peltier coefficient Π and the thermal conductivity κ , as well as the Lorenz number L_0 . Our method does not rely on any assumptions on the form of the electrical conductivity. We present results for 3D systems and show the influence of the inelastic scattering time parameter, which can be interpreted as a non-trivial energy-scale associated with inelastic (phonon) scattering. This is relevant for the temperature dependence of the kinetic coefficients.

[1] A. MacKinnon, Z. Phys. **B59**, 385 (1985)

[2] R. A. Römer, A. MacKinnon, C. Villagonzalo, J. Phys. Soc. Jpn. **72** Suppl. A, 167–168 (2003)

HL 57.10 Di 16:30 Poster TU E

Anomalous localized states in the 3D Anderson model of localization — •PHILIPP CAIN and MICHAEL SCHREIBER — Institut für Physik, Technische Universität, D-09107 Chemnitz

We investigate the localization behavior of critical wave functions in the band center of the three-dimensional (3D) Anderson model of localization for large system sizes $N \leq 111^3$. In a recent numerical study of a 2D $SU(2)$ model it has been demonstrated [1] that among the critical states one can find very strongly localized states. These anomalously localized states (ALS) arise from statistical fluctuations of the disorder potential and are observed also for infinite N . While there is no influence of ALS on transport properties in the metallic regime, ALS can lead to deviations of critical properties at the metal-insulator transition [1] and have to be eliminated before the ensemble average. In order to discriminate ALS from “normal” critical states we use a quantity derived from a multifractal-correlation function [1]. With this method we can verify the existence of ALS also for the 3D Anderson model of localization which belongs to a different universality class than $SU(2)$.

[1] H. Obuse and K. Yakubo, Phys. Rev. B **69**, 125301 (2004).

HL 57.11 Di 16:30 Poster TU E

Crystal structures and electronic properties of $(A_3\text{N})E$ ($A = \text{Ca, Sr, Ba}$; $E = \text{Sb, Bi}$) — •MIRIAM SCHMITT¹, VIVIEN PETZOLD¹, DIANA CLAUSNITZER¹, WALTRAUT WUSTMANN¹, CLEMENS RÄDER¹, RALF KLIEMT¹, ULF LORENZ¹, and HELGE ROSNER² — ¹Technische Universität Dresden — ²MPI for Chemical Physics of Solids Dresden

Due to their outstanding properties binary and ternary nitrides have raised increasing interest recently [1]. Here, we present a comparative study of the crystal structure and the electronic structure of the compound family $(A_3\text{N})E$ ($A = \text{Ca, Sr, Ba}$; $E = \text{Sb, Bi}$). These systems crystallize in an anti-perovskite structure type ($A = \text{Ca, Sr}$ cubic; $A = \text{Ba}$ hexagonal). For the electronic structure calculations a full potential non-orthogonal local-orbital scheme (FPLO) was used. To investigate the phase stability of the structures a lattice optimization for both the cubic and hexagonal structures was applied. The calculated ground states are in accord with the experimental results [1]. In agreement with experimental findings, all structures show insulating behaviour. In the case of $(\text{Ba}_3\text{N})E$ ($E = \text{Sb, Bi}$) a phase transition from hexagonal to cubic structure under pressure as well as a metal insulator transition is predicted.

[1] F. Gäbler *et. al.* Z. Anorg. Allg. Chem. **630**, 2292 (2004)

HL 57.12 Di 16:30 Poster TU E

Magnetic Freeze-Out in a Double-Barrier Resonant-Tunneling device — •JENS KÖNEMANN and R. J. HAUG — Inst. f. Festkörperphysik, Uni Hannover, Appelstrasse 2, D-30167 Hannover, Germany

In our work we have investigated the single-electron tunneling (SET) in a double-barrier resonant-tunneling device with a relatively lightly-doped emitter. Our sample is a double-barrier resonant-tunneling device consisting of a 10 nm thick GaAs quantum well with 5 nm and 8 nm thick $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ tunneling-barriers and of a highly-doped emitter with a nominal dopant concentration of $1 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. We observe in our transport data a temperature and magnetic-field dependent shift of the position of the SET current steps which we interpret as a magnetic freeze-out of electrons in the emitter of our device. As a result, we are able to extract typical activation energies of the low-temperature transport below between 350 mK and 1 K.

HL 57.13 Di 16:30 Poster TU E

Optical properties and ion-damage problems of nano-fabricated GaN structures using focused-ion-beam etching — •H. LOHMEYER, K. SEBALD, J. GUTOWSKI, R. KRÖGER, J. DENNEMARCK, and D. HOMMEL — Institute of Solid State Physics, University of Bremen, Germany

Focused-ion-beam (FIB) etching is a promising technique for the fabrication of structures on a submicron scale which are required for the realisation of novel optoelectronic devices. So far there are few reports on the application of the FIB process to GaN samples especially with respect to possible ion damage affecting the optical properties. We present results of spatially resolved photoluminescence ($\mu\text{-PL}$) investigations on FIB-processed InGaN/GaN quantum well samples.

Structures with lateral dimensions of 20 μm down to 200 nm have been prepared using a FEI NOVA NanoLab 200 system. By scanning electron microscopy the conformity of the structures for various etching parameters was controlled.

The $\mu\text{-PL}$ analysis reveals a fatal surface damage on large scales already at intermediate ion currents when working on unprotected samples. We show that the use of appropriate beam currents and protection layers enables us to fabricate structures on a submicron scale without significant ion damage. The optical properties of these small mesa structures which allow PL experiments with sub-wavelength resolution are discussed in detail.

HL 57.14 Di 16:30 Poster TU E

Strukturierung von SiC und GaN und laterales überwachsen mit GaN/ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ — •B. POSTELS, N. RIEDEL, D. FUHRMANN, U. ROSSOW und A. HANGLEITER — TU Braunschweig, Inst. f. Techn. Physik, 38106 Braunschweig; b.postels@web.de

Laterales Wachstum erzielt eine Defektreduktion, die für Bauelemente wie Leuchtdioden und Laser nötig bzw. vorteilhaft ist. Hier wird maskenloses laterales Wachstum auf strukturiertem SiC und GaN betrachtet. Die chemisch sehr beständigen Halbleiter werden photoelektrochemisch strukturiert, wobei mit verschiedenen Elektrolyten (H_2SO_4 ,

wässrige KOH) SiC in den Fenstern von Metallmasken oxidiert wird. Das Oxid wird mit HF entfernt, wobei 1-2 μm tiefe Gräben entstehen. Bei GaN wird das entstehende Oxid schon beim Prozess gelöst. Beim Überwachen von strukturiertem SiC mit GaN stellen wir eine reduzierte Defektdichte fest, die begrenzt ist durch Versetzungen die am Grabenboden entstehen. Durch Variation der Ätzbedingungen wird versucht das Problem durch noch tiefere Gräben zu lösen. Bei H_2SO_4 erwies sich die Stabilität der Masken bzw. ihr Unterätzen als problematisch. Mit wässriger KOH dagegen konnte die Tiefe auf über 2 μm gesteigert werden. Dabei wird bei niedrigen Konzentrationen ein Oxid aufgebaut und bei hohen Konzentrationen bildet sich tendenziell poröses SiC aus. Für eine weitere Steigerung der Tiefe scheint der Übergangsbereich optimal zu sein, wobei Ätzpausen nötig zu sein scheinen. Schwierig ist das Überwachen mit $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$, bei dem eine geringe laterale Wachstumsrate und eine laterale Variation in x_{Al} festgestellt wird. Das Verhalten unterscheidet sich zwischen den Stegorientierungen.

HL 57.15 Di 16:30 Poster TU E

Einfluss der Nukleation auf GaN/AlGaIn SQW-Strukturen und deren Alterung — •T. RETZLAFF¹, D. FUHRMANN¹, N. RIEDEL¹, U. ROSSOW¹, G. ADE², P. HINZE² und A. HANGLEITER¹ — ¹TU Braunschweig, Inst. f. Techn. Phys., 38106 Braunschweig; t.retzlaff@tu-bs.de — ²Physikalisch Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig

Die Effizienz UV-emittierender AlGaIn/GaN QWs hängt entscheidend von der Qualität der AlGaIn-Pufferschichten ab. Mittels MOVPE wurden AlGaIn-Schichten und darauf aufbauend GaN/AlGaIn SQW und MQW-Strukturen auf Saphir Substraten hergestellt. AFM, TEM und REM wurden zur strukturellen Charakterisierung der Proben genutzt. AlGaIn-Schichten auf (In)GaN-Nukleationsschichten zeigen offene röhrenartige Strukturen, die defektkorreliert sind und in Substratnähe entstehen. In der Nähe dieser Defekte kommt es zum Wachstum von $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ mit geringerem Al-Gehalt. Unter Nutzung einer AlN-Nukleation kann die Zahl der offenen Strukturen drastisch reduziert werden, was sich auch in der Unterdrückung der defektkorrelierten PL-Emission äußert. Temperaturabhängige PL-Messungen zeigen eine Verbesserung der internen Quanteneffizienz für QWs auf AlN-Nukleation im Vergleich zur (In)GaN-Nukleation. Es zeigt sich, dass QWs auf AlGaIn mit röhrenartigen Strukturen einem Alterungsprozess unterliegen, der sich in einer Verschiebung der QW-Emission äußert. Anätzen der Proben in KOH führt zur Regeneration des Ausgangszustandes. Bei den verbesserten AlGaIn-Schichten wurde dieses Verhalten nicht beobachtet, sodass ein Zusammenhang mit den offenen Strukturen naheliegt. Mögliche Ursache für die Alterung der Proben ist ein Oxidationsprozess der offenen Oberfläche.

HL 57.16 Di 16:30 Poster TU E

Elektrische Feldabhängigkeit der Photolumineszenzspektren in InGaIn/GaN Heterostrukturen — •HARALD BRAUN¹, NIKOLAUS GMEINWIESER¹, ULRICH T. SCHWARZ¹, WERNER WEGSCHEIDER¹, ELMAR BAUR², GEORG BRÜDERL², ALFRED LELL² und VOLKER HÄRLE² — ¹Naturwissenschaftliche Fakultät II- Physik, Universität Regensburg, Universitätsstr. 31, 93053 Regensburg, Germany — ²OSRAM Opto Semiconductors GmbH, Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg, Germany

Um eine weitere Leistungssteigerung bei Galliumnitrid basierten Leucht- und Laserdioden zu ermöglichen ist eine gute Kenntnis von den Vorgängen in der aktiven Zone nötig. InGaIn/GaN Quantenträger weisen ein hohes intrinsisches, pyro- und piezoelektrisches Feld auf. Durch eine angelegte Spannung können diese Felder kompensiert werden, was sich in einer Änderung der Emissionswellenlänge und -Intensität widerspiegelt. Unser konfokaler Mikro-Photolumineszenz (μPL) Messplatz ermöglicht die Kombination von Elektrolumineszenz und feldabhängiger Photolumineszenz bei verschiedenen Temperaturen bis hin zu 4 K. Die Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf den Mechanismus der Ladungsträgerrekombination zu. Durch die hohe Ortsauflösung lassen sich diese Methoden auch für Facetten von Laserdioden anwenden.

HL 57.17 Di 16:30 Poster TU E

Investigation of electronic properties of AlGaIn/GaN heterostructures using modulation spectroscopy — •A.T. WINZER¹, R. GOLDBAHN¹, G. GOBSCH¹, A. DADGAR², A. KRTHSCHIL², H. WITTE², A. KROST², O. WEIDEMANN³, and M. EICKHOFF³ — ¹Inst. f. Physik, TU Ilmenau, PF 100565, D-98684 Ilmenau — ²Inst. f. Techn. Physik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, D-39016 Magdeburg — ³Walter Schottky Institut, TU München, Am Coulombwall 3, D-85748 Garching

Photoreflectance (PR) and electroreflectance (ER) measurements have been proven the most sensitive tools for determining the electric field strength F in the barrier of AlGaIn/GaN heterostructures with a two-dimensional electron gas (2DEG).

We present a comparative study of both methods applied to samples grown on Si(111) with different Al-contents and semitransparent Pt Schottky gate contacts. A strong deviation of F between the as grown surface (PR) and the gated area (ER) was found, which originates in the increase of band bending below the Schottky contact. Similarly, the determined 2DEG density has reduced from $4.7 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ (PR) to $2.8 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ (ER), as confirmed by C-V and Hall measurements. Temperature dependent measurements ($5 \text{ K} < T < 300 \text{ K}$) verify the influence of strain (piezoelectric polarization) on F .

2DEG depletion by negative gate bias provides the possibility to study the GaN free excitons, whereas band filling effects (Burstein-Moss shift) can be observed when the gate potential is increased.

HL 57.18 Di 16:30 Poster TU E

MOVPE Wachstum von AlN auf GaN — •FABIAN SCHULZE, JÜRGEN BLÄSING, ARMIN DADGAR, THOMAS HEMPEL, ANETTE DIEZ, ALOIS KROST und JÜRGEN CHRISTEN — Institut für Experimentelle Physik, Otto-v.-Guericke-Universität Magdeburg, PF 4120, 39104 Magdeburg

Eine Standardmethode zur Spannungskontrolle von dicken GaN-Schichten ist der Einsatz von AlN-Zwischenschichten. Zum genaueren Verständnis der mikrostrukturellen Prozesse und Wirkungen dieser Zwischenschichten wurde das initiale MOVPE Wachstum von AlN auf GaN untersucht. Dazu wurden verschiedene Serien von AlN-Schichten mit unterschiedlicher Wachstumstemperatur, TMAI-Fluss, und Schichtdicke hergestellt und bezüglich Morphologie, Gitterparameter und Qualität charakterisiert. Die Beurteilung der Oberflächenstruktur bis in den nm Bereich erfolgte mittels FE-REM. Die Gitterparameter der hexagonalen AlN-Zelle wurden mittels verschiedener Röntgenbeugungsmethoden bestimmt. Dabei zeigt das AlN bei niedrigen Depositionstemperaturen ein polykristallines, nanostrukturiertes Wachstum mit schwacher Vorzugsorientierung und vollständiger Relaxation. Bei höheren Temperaturen ($> 1000^\circ\text{C}$) zeigen die Oberflächen auch bei kleinsten Schichtdicken eine ausgeprägte Rissstruktur im nm-Bereich. Diese Schichten sind deutlich besser texturiert und ermöglichen ein vollverspanntes Aufwachsen der folgenden GaN-Schichten.

HL 57.19 Di 16:30 Poster TU E

Quantenpunktlaser auf InP für den 1.9 μm Wellenlängenbereich — •ANDRE SOMERS, WOLFGANG KAISER, JOHANN PETER REITHMAIER und ALFRED FORCHEL — Technische Physik, Universität Würzburg, Würzburg

Seit längerem ist es möglich quantenpunktähnliche Strukturen mittels selbstorganisiertem Wachstums auf InP-Substraten herzustellen die vergleichbare Eigenschaften zeigen wie InAs-Quantenpunkte auf GaAs. Damit erschloss sich für Quantenpunktlaser ein neuer Wellenlängenbereich von über 1.4 μm . Durch das Einschließen der Quantenpunkte in einen Quantenfilm ist es möglich die Emissionswellenlänge weiter in den langwelligen Bereich zu schieben.

Der in diesem Beitrag präsentierte Laser erreicht mit Hilfe dieser Methode eine Emissionswellenlänge von 1.88 μm . Dabei wurden Schwellenstromdichten unter 1 kA/cm^2 für 1 mm lange Breitstreifenlaser mit unverspiegelten Facetten erreicht. Ein weiterer Vorteil der Quantenpunktlaser gegenüber herkömmlichen Quantenfilmlasern ist die geringe Verschiebung der Wellenlänge mit der Temperatur. Diese ist vergleichbar mit der durch die Veränderung des Brechungsindex hervorgerufenen Verschiebung und ermöglicht die Realisierung von extrem temperaturstabilen DFB-Lasern. Da Wasser bei 1.877 μm eine Absorptionslinie besitzt ist dies vor allem für die Herstellung von Gassensoren von besonderem Interesse.

HL 57.20 Di 16:30 Poster TU E

Properties of quantum-cascade lasers with metallic mirror coatings and metallic distributed feedback gratings in the 10 μm spectral range — •S. HÖFLING¹, J. SEUFERT², M. FISCHER², J. KOETH², P. EUGSTER¹, J.P. REITHMAIER¹, and A. FORCHEL¹ — ¹Technische Physik, Universität Würzburg, Würzburg — ²nanoplus, Nanosystems and Technology GmbH, Gerbrunn

Manufacturing highly reflective coatings in the 10 μm spectral region is challenging due to the lack of dielectric materials with low absorption. A way to overcome this problem is the application of metallic coatings

deposited on the insulated facet. We fabricated these types of mirrors on GaAs based bound-to-continuum quantum-cascade (QC) lasers and observed a reduction by 15 % of the threshold current densities, increased quantum efficiencies, and an increase in maximum operation temperatures by 20 K to 359 K (86 °C).

In addition, based on different cascade structures we fabricated single mode QC lasers with distributed feedback metal gratings on top of the laser ridge. Operating these devices at 280 K (240 K), which is readily available with thermoelectric coolers, single mode output powers exceeding 15 mW at 11.1 μm (9.5 μm) were achieved. Furthermore, we report device properties such as the wavelength tuning behavior depending on both the grating period and the heat sink temperature, far field patterns and the high duty cycle performance depending on different packaging techniques.

HL 57.21 Di 16:30 Poster TU E

Population inversion in GaAs/Al_{0.33}Ga_{0.67}As and GaAs/Al_{0.45}Ga_{0.55}As quantum-cascade structures — •L. SCHROTTKE, S. L. LU, R. HEY, M. GIEHLER, H. KOSTIAL, and H. T. GRAHN — Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin, Germany

The laser level population in undoped GaAs/(Al,Ga)As quantum-cascade structures (QCS) is investigated by interband photoluminescence spectroscopy. We compare QCSs with different Al content in the barriers ($x = 0.33$ and 0.45). The larger conduction band offset for the GaAs/Al_{0.45}Ga_{0.55}As structure improves the electron confinement for the upper laser level and significantly decreases the leakage current into the quasi-continuum, which results in a reduction of the threshold current density. From the calculated lifetimes of the laser levels, the population ratio for the two structures is estimated to be similar. However, the experimental results show that the population ratio for $x = 0.45$ appears to be larger than for $x = 0.33$. At the same time, the line width of the upper laser level is narrower than the one for $x = 0.33$, which agrees with the smaller variation of the lasing energies of the corresponding QC lasers. We discuss possible mechanisms for this broadening and the apparent reduction of the population ratio in structures with $x = 0.33$ as well as the consequences for the population inversion with respect to the threshold current densities.

HL 57.22 Di 16:30 Poster TU E

Modification of Oscillator Strength in Self-Assembled QDs Using a Laterally Applied Electric Field — •RUTH OULTON¹, MATTHIAS SCHWAB¹, CEDRIC BARDOT¹, MANFRED BAYER¹, VIKTORINA STAVARACHE², DIRK REUTER², and ANDREAS WIECK² — ¹Experimentelle Physik II, Universität Dortmund, D-44221 Dortmund, Germany — ²Angewandte Festkörperphysik, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, Gebäude NB, D-44780 Bochum, Germany

We report the results of preliminary investigations into a p-i-n structure with an intrinsic region $2\mu\text{m}$ wide that allows a field of up to 150kVcm^{-1} to be applied in the lateral direction. Time resolved photoluminescence measurements on ensembles embedded in such a structure reveals an increase in the radiative lifetime of the exciton of 30% with increasing electric field. This fact, along with a significant decrease in the intensity with increasing applied field indicate a decrease in oscillator strength, and hence electron-hole overlap as the field is applied. Measurements on a low density of QDs in such structures reveal a weak Stark shift to lower energy as the field is applied, giving further indications of wavefunction modification.

HL 57.23 Di 16:30 Poster TU E

Quantenpunkte in periodischen Magnetfeldern — •DANIEL BUCHHOLZ und PETER SCHMELCHER — Institut für Theoretische Chemie Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 229, 69120 Heidelberg

In dieser theoretischen Arbeit wird ein Einelektronenquantenpunkt in einem periodischen Magnetfeld der Form $B_{z,m} \cos(kx + \varphi_z)$ behandelt. Das Spektrum und die Elektronendichten werden für viele Parameterwerte berechnet, und ihre k-Abhängigkeit bestimmt. Für $k=0$ ist das System integrierbar; die Energieniveaus entsprechen denen eines anisotropen harmonischen Oszillators. Für kleine k-Werte treten viele vermiedene Niveaufkreuzungen auf und die Elektronendichte des Grundzustandes erweist sich als stark abhängig von k und φ_z . Für große k-Werte, zeigt sich, daß die niedrigsten Energien wieder denen des harmonischen Oszillators entsprechen, d.h. die Energieniveaus sind äquidistant und nahezu entartet. Der typische Wert von k , ab dem diese Entartung auftritt, wächst mit der Anregungsenergie. Dieser Effekt lässt sich mit Störungstheorie

erster Ordnung erklären. Für höhere Energien und bei größeren k wird diese Quasientartung aufgehoben. Darüber hinaus wird die klassische Dynamik für den Quantenpunkt untersucht. Schon bei relativ kleinem k ist der Phasenraum chaotisch. Für große k überwiegen die chaotischen Bereiche, es bleibt aber ein regulärer Bereich erhalten.

HL 57.24 Di 16:30 Poster TU E

Optische Eigenschaften und Modifikation von II - VI Halbleiter Nanobänder — •DANIEL STICHTENOTH, DANIEL SCHWEN, SVEN MÜLLER, CHRISTINE BORCHERS und CARSTEN RONNING — II. Physikalisches Institut, Universität Göttingen, Friedrich-Hund-Platz 1, D-37077 Göttingen, Germany

ZnS und ZnO als Beispiel für II-VI Halbleiter mit großer direkter Bandlücke zeigen interessante optische Eigenschaften, die sie für die Anwendung als optoelektronische Bauteile interessant machen. ZnS und ZnO Nanobänder mit hohem Aspektverhältnis wurden durch einen einfachen thermischen CVD Prozess synthetisiert. Die optischen Eigenschaften wurden mittels temperaturabhängiger Photo- und Kathodolumineszenz untersucht. Zusätzlich wurden zeitaufgelöste Messungen an ausgewählten Zuständen vorgenommen. Ein weiterer Schwerpunkt lag darauf, geeignete Fremdatome zur Dotierung der Nanobänder durch Ionenimplantation einzubringen und den Einfluss auf die Lumineszenz zu untersuchen.

HL 57.25 Di 16:30 Poster TU E

Kontrolle der Exziton-Dekohärenz durch Anregung mit einer Pulsfolge — •ANNETTE KRÜGEL¹, PAWEŁ MACHNIKOWSKI², VOLLRATH MARTIN AXT¹ und TILMANN KUHN¹ — ¹Institut für Festkörpertheorie, Westfälische Wilhelms-Universität, 48149 Münster, Deutschland — ²Institute of Physics, Wrocław University of Technology, 50-370 Wrocław, Poland

Wir untersuchen das phonon-induzierte Dephasieren des Exziton-Zustandes in einem Halbleiter-Quantenpunkt. Es zeigt sich, dass die Anregung mit einer Folge von Pulsen im Vergleich mit einer Einzel-Puls-Anregung den Verlust der Kohärenz reduzieren kann. Steht für die Kontrolle nur ein festes Zeitfenster zur Verfügung, so beobachten wir bei Anregung mit einer Folge optimierter kurzer Pulse einen höheren Grad an Kohärenz, als wenn ein einzelner Gauß-Puls benutzt wird. Der Grad der Verbesserung ist bereits für eine geringe Anzahl von Pulsen (zwei bis vier) sehr deutlich, danach steigt er nur noch marginal. In unseren Rechnungen behandeln wir die Wechselwirkung mit dem Lichtfeld nicht-perturbativ, die Elektron-Phonon-Wechselwirkung entwickeln wir zum einen in Bornscher Näherung bis zur zweiten Ordnung in den Phonon-Kopplungskonstanten und vergleichen mit der zweiten Ordnung in der Korrelationsentwicklung.

HL 57.26 Di 16:30 Poster TU E

High resolution photocurrent-spectroscopy of a single quantum dot — •PATRICK ESTER¹, STEFAN STUFLER¹, ARTUR ZRENNER¹ und MAX BICHLER² — ¹Universität Paderborn, Warburger Straße 100, D-33098 Paderborn, Germany — ²Walter Schottky Institut, Technische Universität München, Am Coulombwall, D-85748 Garching, Germany

We report on high resolution photocurrent spectroscopy of a single quantum dot. Our attention applies to the two-level character of a single InGaAs/GaAs quantum dot, defined by the ground state exciton. With high resolution photocurrent spectroscopy we analyze the behaviour of a single quantum dot under cw-excitation. Experiments include linewidth, power-broadening and saturation analysis. In the limit of low optical excitation we observe a ground state linewidth down to $4\mu\text{eV}$. With increasing excitation intensities the linewidth shows a characteristic power broadening. This effect is a direct consequence of the saturation of the absorption in a two-level system under conditions of high excitation intensities. Due to the high resolution we further are able to measure the excitonic fine structure splitting. The results of the cw-excitation experiments indicate an almost perfekt quantum mechanical two-level system. This can be taken as a basis for coherent manipulations of the quantum dot, important for possible applications in quantum information processing.

HL 57.27 Di 16:30 Poster TU E

Lumineszenz- und Ladungsträgerdynamik in Halbleiter-Quantenpunkten — •TIMO ASCHENBRENNER^{1,2}, JAN WIERIG¹, FRANK JAHNKE¹ und DETLEF HOMMEL² — ¹Institut für Theoretische Physik, Universität Bremen, 28334 Bremen, Deutschland — ²Institut für Festkörperphysik, Universität Bremen, 28334 Bremen, Deutschland

Für Halbleiter-Quantenpunkte auf einer quasi-zweidimensionalen Be-

netzungsschicht wird das Wechselspiel von Lumineszenz und Ladungsträgerdynamik theoretisch untersucht. Zur Beschreibung der spontanen Emission werden die Halbleiter-Lumineszenzgleichungen [1] für Quantenpunktsysteme formuliert. Die mit diesen Gleichungen berechneten Emissionsspektren werden mit Absorptionsspektren verglichen.

In der Ladungsträgerdynamik werden neben den optischen Prozessen, wie z.B. die spontane Emission, der Einfang der Elektronen und Löcher aus der Benetzungsschicht in die Quantenpunktzustände sowie die Relaxation zwischen den Quantenpunktzuständen berücksichtigt. Ausgehend von den mikroskopisch berechneten Streuprozessen [2] wird ein Raten-gleichungsmodell begründet. Ergebnisse werden zur zeitlichen Dynamik der Lumineszenz vorgestellt.

[1] M. Kira, F. Jahnke, W. Hoyer, and S.W. Koch, Progress in Quantum Electronics **23**, 189 (1999)

[2] T. R. Nielsen, P. Gartner and F. Jahnke, Phys. Rev. B **69**, 235314 (2004)

HL 57.28 Di 16:30 Poster TU E

Quantum Optical Studies of Single InP/GaInP Quantum Dots

— •GARETH BEIRNE¹, PETER MICHLER¹, and HEINZ SCHWEIZER² —
¹5th Institute of Physics, University of Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart, Germany — ²4th Institute of Physics, University of Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart, Germany

Using the Stranski-Krastanow growth mode, the MOVPE deposition of InP on GaInP can be used to produce 2 distinct types of coherently strained quantum dots (QDs). We refer to the structures with an average height of 5 nm as type A dots and the structures with an average height of 20 nm as type B dots. The type B structures are expected to exhibit a Type II band alignment, with the electron confined in the dot and the hole located in the wetting layer or barrier material. Under continuous wave excitation at 4 K (1.7763 eV, 15.9 kW cm⁻²), broad (FWHM = 0.50 meV) and intense (131,000 counts/sec) exciton emission at 1.6558 eV was observed from a single type B InP/GaInP QD, contained in a 500 nm (diameter) mesa structure. Subsequent continuous and pulsed photon statistics measurements performed on the same dot display clear antibunching effects, and in the pulsed case, single photon emission on demand was achieved at a wavelength of 748.8 nm (a value closely matching the optimal detection wavelength of silicon-based single photon detectors). Finally, we have investigated whether the addition of aluminium to the barrier material extends the temperature range over which single photon emission may be realised using type B InP QDs.

HL 57.29 Di 16:30 Poster TU E

Spin flip Raman studies on CdSe/ZnSe quantum dots

— •M. WISNIEWSKI, M. LENTZE, T. SLOBODSKYY, G. ASTAKHOV, and J. GEURTS — Physikalisches Institut der Universität Würzburg, EP III, Am Hubland, D-97074 Würzburg

The high potential of CdSe quantum dots is well known since several years. They are a possible candidate for optical and electrical applications like laser diodes in the green and blue spectral range. To get a better understanding of their properties we made an analysis by optical measurements e.g. photoluminescence, photoluminescence excitation and spin flip Raman spectroscopy under resonant excitation. Our samples contained 1 Monolayer CdSe embedded in a ZnSe matrix. Photoluminescence measurements were used to analyse excitonic transitions, and spin flip Raman spectroscopy for detection of the effective g-factors of dots and matrix. By tuning the incident photon energy, we exploited the specific ability of resonant Raman scattering to focus the specific sensitivity either on the CdSe dots ($E_{res} = 2.65\text{eV}$) or on the ZnSe matrix ($E_{res} = 2.80\text{eV}$). For analyzing the dots we utilize the resonance from a dark exciton whose energy is close to the photoluminescence peak of CdSe.

HL 57.30 Di 16:30 Poster TU E

Theory of Acoustic Phonons in Semiconductor Nanostructures: Continuum versus Microscopic Description

— •MILANA MICHALJOWA, FRANK GROSSE, and ROLAND ZIMMERMANN — Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstr. 15, 12489 Berlin, Germany

Acoustic phonons (AP) play the dominant role in dephasing of optical excitations in nanostructures at low temperatures [1]. A detailed knowledge about the AP spectrum in these low dimensional nanostructures is therefore essential for a quantitative description. Based on ab initio calculations phonon spectra for realistic quantum dot structures are calculated within the continuum elasticity theory and compared to atomistic

simulations employing a valence-force-field model [2]. For a few simple geometries we compare the results with analytic expressions. We consider isotropic, cubic (zincblende), and hexagonal (wurtzite) crystal structures. Our theory is therefore applicable to a large group of compound semiconductors. Special focus is given to the InAs/GaAs and InGaN/GaN quantum dot systems.

[1] E. Muljarov and R. Zimmermann accepted Phys. Rev. Lett. **93** (2004). [2] F. Grosse and J. Neugebauer Phys. Rev. B **63**, 085207 (2001).