

HL 44 II-VI Halbleiter IV

Zeit: Montag 15:00–17:45

Raum: TU P-N201

HL 44.1 Mo 15:00 TU P-N201

Photoreflectance spectroscopy of high-quality ZnO — ●H. LÖSCH¹, R. GOLDHAHN¹, G. GOBSCH¹, A. DADGAR², N. OLEYNIK², J. BLÄSING², and A. KROST² — ¹Institut f. Physik, TU Ilmenau — ²Institut f. exp. Physik, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

We study the influence of preparation conditions on the optical properties of ZnO as determined by temperature-dependent photoreflectance (PR) spectroscopy. The epitaxial layers were grown by MOVPE on GaN/sapphire templates by a two-step growth process. First, a low-temperature ZnO buffer was deposited at 450 °C. Then, a high-temperature ZnO layer was grown at 900 °C. For doping with nitrogen, unsymmetrical-dimethyl-hydrazine with different molar flows were applied. Generally, doping results in a strongly enhanced magnitude of the PR spectra compared to unintentionally doped films. A further decrease of the line width for the free excitonic transitions is found if moderately doped layers are post-growth annealed in an oxygen atmosphere. Values of about 6 meV at low temperatures confirm the excellent film quality. The fit of the PR spectra for the c-axis layers yields a energetic splitting of 14 meV between the A- and B-excitons. The found lower transition probability of the A-exciton is in agreement with the calculations presented by Gil (PRB **64** (2001) 201301).

HL 44.2 Mo 15:15 TU P-N201

Ortsaufgelöste Lumineszenzuntersuchungen an epitaktisch gewachsenem ZnO — ●F. BERTRAM, S. GIEMSCH, J. CHRISTEN, A. DADGAR und A. KROST — Inst. für Exp. Physik, Otto-von-Guericke-Universität, PF 4120, D-39016 Magdeburg

Wir präsentieren mikroskopisch-ortsaufgelöste Kathodolumineszenzmessungen (KL) an einer 7 µm dicken, epitaktisch gewachsenen ZnO-Schicht. ZnO wurde mittels MOVPE über Anpassungsschichten auf einem GaN/Saphir Template abgeschieden. Die Probenoberfläche ist planar, unterbrochen durch zwei Defektarten (Dichte $7 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$). Man findet hexagonale Krater (\varnothing ca. 3 µm) und ausgedehnte Vertiefungen mit Querstegen. Am Rand kommt es zu einer Überhöhung. Das KL-Spektrum (T=5K) besteht aus scharfen exzitonen Linien FX, I2/I3, I8 und I9. Die Verteilung der verschiedenen Rekombinationskanäle korreliert direkt mit der Morphologie. FX und I8 sind gleichmäßig über der planaren Oberfläche verteilt. An den Kratern kommt es zu einer Bandverschiebung zu kleineren Energien. Die Intensität von I8 sinkt hier rapide ab (interne Felder). Gleichzeitig wird I2/I3 an den Randüberhöhungen intensiver (präferentieller Einbau von Störstellen).

HL 44.3 Mo 15:30 TU P-N201

Diffusion von Ag in CdTe bei Ko-Diffusion von Cu oder Au — ●F. WAGNER, H. WOLF und TH. WICHERT — Technische Physik, Universität des Saarlandes, D-66123 Saarbrücken

Es werden experimentelle Untersuchungen vorgestellt, die zeigen, dass die Diffusion von Ag in einkristallinem CdTe stark von der Anwesenheit anderer Gruppe I Elemente beeinflusst wird. Diese Diffusionsexperimente wurden mit den Radiotraceren ¹¹¹Ag und ⁶⁷Cu durchgeführt. Wird nach einseitiger Implantation von ¹¹¹Ag (60 - 80 keV) in einen 500 µm dicken CdTe Kristall auf die Implantationsseite Cu aufgedampft und anschließend der Kristall für 30 min bei 550 K getempert, befindet sich das implantierte Ag nahezu vollständig in einer Schicht von ca. 1 µm an der Rückseite des Kristalls. Die Ko-Diffusion von Cu beschleunigt somit deutlich die Diffusion von Ag. Wird dagegen als Radiotracer ⁶⁷Cu implantiert und anschließend Ag auf der Implantationsseite aufgedampft, so zeigt sich kein signifikanter Einfluss von Ag auf die Cu Diffusion. Ebenso wie Cu übt auch die Ko-Diffusion von Au einen deutlichen Einfluss auf die ¹¹¹Ag Diffusion aus, jedoch ist der Beschleunigungseffekt deutlich schwächer als im Fall der Ko-Diffusion von Cu. Alle Beobachtungen lassen sich dadurch erklären, dass (i) die Diffusion von Gruppe I Elementen in CdTe stark durch die Wechselwirkung mit interstitiellen Cd-Atomen (Kick-out Mechanismus) beeinflusst wird, (ii) interstitielle Gruppe I Elemente eine sehr hohe Beweglichkeit haben und (iii) Ag schwächer auf dem substitutionellen Platz des Cd Untergitters gebunden ist als Cu oder Au. *Gefördert durch das BMBF, Projekt 05KK1TSB/5 und die DFG, Projekt Wi715/-1*

HL 44.4 Mo 15:45 TU P-N201

Spin flip Raman experiments on heavy doped ZnMnSe diluted magnetic semiconductors — ●M. LENTZE¹, D. WOLVERSON², P. GRABS¹, and J. GEURTS¹ — ¹Physikalisches Institut der Universität Würzburg, EP III, Am Hubland, D-97074 Würzburg, Germany — ²University of Bath, Dep. of Physics, Bath BA2 7YA, UK

Diluted magnetic semiconductors (DMS) are a promising component for the new spinbased information technology (Spintronics). For spin transport applications, a sufficient doping level is required. For the analysis of the magnetic properties of doped II-VI DMS, we apply spin flip Raman spectroscopy from free electrons under resonant excitation at the fundamental band gap. Our investigations are focused on BeZnMnSe: bulk-like BeZnMnSe epitaxial films with electron concentrations between 10^{17} cm^{-3} and 10^{19} cm^{-3} . Analysis of the Raman signal yields the effective g-factors, the effective Mn-concentration as well as the spin relaxation time. By measurements under different scattering geometry (forward scattering vs. backward scattering) the momentum transfer in the Raman scattering process was varied systematically. In this way we studied the behavior of conduction band electrons in the metal to insulator transition. From our investigations at extremely heavily doped samples we could affirm a model, based on free electrons. The obtained results for the spin relaxation time T_2 and spin diffusion coefficient D_s agree with electrical characterisations and theoretical predictions for these DMS.

HL 44.5 Mo 16:00 TU P-N201

Long-wavelength bound and unbound charge excitations in doped ZnO and ZnO based alloy thin films — ●C. BUNDESMANN, M. SCHUBERT, D. SPEMANN, H. v. WENCKSTERN, H. HOCHMUTH, E. M. KAIASHEV, M. LORENZ, and M. GRUNDMANN — Universität Leipzig, Institut für Experimentelle Physik II, Linnéstraße 5, D-04103 Leipzig, Germany

Doping and alloying of ZnO with different materials opens the path to interesting properties, like n- and p-type conductivity, ferroelectricity, ferromagnetism or band-gap-engineering, with possible applications in optoelectronics or spintronics.

Raman scattering is a perfect tool to study optical phonons in doped or alloy thin films, with the potential use to identify dopant or alloy material incorporation in ZnO thin films. Infrared spectroscopic ellipsometry (IRSE) allows for the determination of free charge carrier parameters, such as density, anisotropic mobility, and eventually effective mass. IRSE is a potential candidate for characterization of complex ZnO based device heterostructures, as recently shown for group-III-nitride heterostructures. (N,Li,P,Sb,Ga,Al)-doped ZnO and (Mg,Cd,Mn,Ni,Co,Fe,Cu)ZnO alloy thin films are grown by pulsed laser deposition on sapphire substrates, and studied by Raman scattering and IRSE.[1] Experimental phonon modes are compared with MREI model and local mode calculation schemes.

[1] C. Bundesmann et. al, Appl. Phys. Lett. **81**, 2376 (2002); **83**, 1974 (2003); **85**, 905 (2004);

HL 44.6 Mo 16:15 TU P-N201

Untersuchung der elektrischen Eigenschaften von dotierten II-VI-Bragg-Reflektoren — ●K. OTTE, C. KRUSE, J. DENNEMARCK und D. HOMMEL — Institut für Festkörperphysik, Universität Bremen

Der kürzlich erbrachte Nachweis grüner Laseremission eines II-VI-basierten oberflächenemittierenden Lasers mit Vertikalresonator (VCSEL) bei Raumtemperatur (optisch gepumpt) lässt auch einen elektrischen Injektionsbetrieb realistisch erscheinen [1]. Die Schlüsselkomponenten in diesem Zusammenhang sind hochreflektive Bragg-Reflektoren (DBRs) mit ausreichender Leitfähigkeit in vertikaler Richtung. Es wurden n- und p-dotierte DBRs hergestellt, welche ZnSSe als Hochindex- und MgS/Zn(Cd)Se Übergitter (SLs) als Niedrigindexschichten verwenden (Substrat GaAs). Aus diesen Strukturen wurden durch Ionenätzen freistehende Mesen präpariert und zur Vermessung der elektrischen Eigenschaften mit In- bzw. Pd/Au-Metallkontakten versehen. Anhand von Strom-Spannungskurven lässt sich folgern, dass sich mit n-dotierten DBRs ausreichende Stromdichten erreichen lassen, wobei die Leitfähigkeit empfindlich von der Periode und Zusammensetzung des MgS/Zn(Cd)Se-SLs abhängt. P-dotierte DBRs dagegen zeigen einen um Größenordnungen höheren Widerstand und können wahrscheinlich in

VCSELn nicht eingesetzt werden. Daher bietet sich ein VCSEL-Aufbau mit Tunnelübergang an, bei dem zwei n-dotierte DBRs Verwendung finden. [1] C. Kruse et al., phys. stat. sol.(b) 241, 731 (2004)

HL 44.7 Mo 16:30 TU P-N201

Hybrid epitaxial-colloidal semiconductor nanostructures — ●C. ARENS¹, N. ROUSSEAU¹, D. SCHIKORA¹, K. LISCHKA¹, O. SCHÖPS², U. WOGGON², M. V. ARTEMYEV³, E. HERTZ⁴, and D. GERTHSEN⁵ — ¹Universität Paderborn, Department Physik, Warburger Strasse 100, 33095 Paderborn — ²Universität Dortmund — ³Belarussian State University, Minsk — ⁴Cornell University, Ithaca, NY — ⁵Universität Karlsruhe

Using the well established MBE process, we introduced for the first time colloidal nanocrystals into monocrystalline semiconductor layer. CdSe/ZnS nanodots and nanorods ($R \approx 3\text{nm}$) on a ZnSe surface are capped by thin ($d \approx R$) and thick ($d > R$) MBE-grown ZnSe layers. With HRTEM pictures we show the epitaxial link of the wet chemically prepared semiconductor nanocrystals to the crystal lattice of the ZnSe buffer and the MBE grown cap layer. In- and ex-situ characterisation of the samples (RHEED, HRXRD) are showing the ZnSe cap layer of high crystallinity. After the growth of the cap layer the dots have still their shape and emission spectrum. The results demonstrate that our method allows varying the dot density in a wider range than Stranski-Krastanov growth and allows the incorporation of dots with different emission wavelength in the host material.

HL 44.8 Mo 16:45 TU P-N201

Growth Optimization and Properties of Self-assembled CdSe/ZnSe Islands Formed by Low Temperature Epitaxy and In-situ Annealing — ●S MAHAPATRA, G ASTAKHOV, C SCHUMACHER, U BASS, W OSSAU, J GEURTS, and K BRUNNER — EPIII, Physikalisches Institut, Universität Würzburg, Am Hubland, D-97074, Würzburg

Properties of CdSe quantum dots (QDs) on ZnSe, self assembled during MEE growth of 2-3 ML CdSe at 230°C and subsequent annealing in Se ambient between 310-340°C are compared with those of QDs grown by conventional MBE at 300°C. X-ray interference, photoluminescence (PL), AFM, and Raman spectroscopy have been used to determine the amount of CdSe, the exciton energies, size, and area-density of these QDs. In the former process, a transition from a streaky (2x1) RHEED pattern, after the growth of the CdSe layer, to a spotty one during annealing is indicative of SK-like 2D-3D transition. The low temperature growth suppresses intermixing of the group II species at the ZnSe-CdSe interface, thereby enabling strain relaxation by island formation during annealing. Despite a lower amount of incorporated CdSe (possibly due to desorption), PL peaks of these dots are remarkably red-shifted and broadened compared to the MBE grown samples. We discuss these effects in the context of intermixing, desorption, and strain relaxation by 3D island formation. Variation of growth and annealing parameters and their effects will also be presented.

HL 44.9 Mo 17:00 TU P-N201

Kohärente Spindynamik in semimagnetischen CdMnSe/ZnSe Quantenpunkten — ●THOMAS SCHMIDT¹, MICHAEL SCHEIBNER^{1,2}, THOMAS A. KENNEDY², GERD BACHER³, LUKAS WORSCHCH¹, ALFRED FORCHEL¹, TARAS SLOBODSKYY⁴, GEORG SCHMIDT⁴ und LAURENS W. MOLENKAMP⁴ — ¹Technische Physik, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany — ²Naval Research Laboratories, Washington, DC 20375, USA — ³Werkstoffe der Elektrotechnik, Universität Duisburg-Essen, Bismarckstrasse 81, BA, 47057 Duisburg, Germany — ⁴Experimentelle Physik III, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany

Mittels zeitaufgelöster Kerr-Rotation an semimagnetischen CdMnSe/ZnSe Quantenpunkten ist es gelungen, die kohärente Dynamik von lokal miteinander wechselwirkenden Mn-Spins und photo-injizierten Ladungsträgerspins zu untersuchen. Aufgrund der unterschiedlichen g-Faktoren der Ladungsträger- und Mn-Spins ist es möglich, den kohärenten Spintransfer auf das Mn-System hinsichtlich der unterschiedlichen Beiträge zu analysieren. Eine Erhöhung der Mn-Konzentration führt zu einer Phasenverschiebung des Spintransfers, die auf einem Vorzeichenwechsel des effektiven exzitonischen g-Faktors beruht. Die reduzierte Dimensionalität der untersuchten Systeme bedingt lange, kohärenten Spinlebensdauern, die durch vergleichende Studien zum Hanle-Effekt bestätigt werden.

HL 44.10 Mo 17:15 TU P-N201

Photolumineszenz-Spektroskopie an einkristallinen, sphärischen ZnO-Nanopartikeln aus der Gasphase — ●L. SCHNEIDER¹, S. HALM¹, G. BACHER¹, A. ROY², E. KRUIS², S. POLARZ³, M. MERZ³ und M. DRIES³ — ¹Werkstoffe der Elektrotechnik, Universität Duisburg-Essen, Bismarckstr. 81, 47057 Duisburg — ²Prozess- und Aerosolmesstechnik, Universität Duisburg-Essen, Bismarckstr. 81, 47057 Duisburg — ³Anorganische Chemie I, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44780 Bochum

Wegen seiner potenziellen Einsatzmöglichkeiten als effektive UV-Emitter sind ZnO-Nanopartikel von großem Interesse für die Optoelektronik. Fehlstellen im Nanokristall führen jedoch im allgemeinen dazu, dass neben der Bandkanten-Emission ein spektral breites Band sogenannter „grüner Defektlumineszenz“ beobachtet wird.

Wir präsentieren Photolumineszenz-Spektroskopiemessungen an ZnO-Nanopartikeln, welche per chemischer Gasphasensynthese (CVS) hergestellt wurden. Es wird gezeigt, dass bei richtiger Wahl der Prozessparameter die Defektlumineszenz selbst für Partikel mit einem Durchmesser von nur 10nm fast vollständig unterdrückt werden kann. Temperatur- und leistungsabhängige Experimente erlauben ein detaillierteres Verständnis der Rekombinationsprozesse.

HL 44.11 Mo 17:30 TU P-N201

Interdiffusion in single self-assembled ZnCdSe quantum dots — ●EMANUELA MARGAPOTI¹, LUKAS WORSCHCH¹, ALFRED FORCHEL¹, GEORG SCHMIDT², and LAURENS W. MOLENKAMP² — ¹Technische Physik, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg — ²Experimentelle Physik III, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg

Spectral properties of single self-assembled ZnCdSe quantum dots embedded in a ZnSe matrix were studied after several successively performed thermal annealing steps. Small mesas with only a small number of quantum dots were fabricated by electron beam lithography and wet etching. Comparable small annealing temperatures ranging between 100 to 240 °C each applied for 30s result in blue shifts of single exciton lines up to 100 meV. The observed blue shifts fit well to a model assuming an energy activated interdiffusion process with activation energies as small as 0.5 eV indicating that the diffusion properties are significantly altered compared to higher dimensional structures composed of the same material.