

## HL 46 Quantenpunkte und -drahte: Herstellung und Charakterisierung I

Zeit: Montag 16:45–18:00

Raum: TU P164

HL 46.1 Mo 16:45 TU P164

**Atomistic investigation of InAs quantum dots at different growth stages** — •THOMAS HAMMERSCHMIDT, PETER KRATZER, and MATTHIAS SCHEFFLER — Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin, Germany

Recent experiments suggest that InAs quantum dots (QD's) grown on GaAs (001) undergo a shape transition during growth from 'hut' to 'dome'-like shapes, similar to Ge QD's on Si. From a thermodynamic point of view, QD formation is governed by the balance between the energy gain due to strain relief and the energy cost due to formation of QD side facets and edges. In order to account for both contributions, we have developed a carefully parameterized Abell-Tersoff bond-order potential. It reproduces the elastic constants as well as properties of both GaAs and InAs (001) surface reconstructions obtained from density-functional theory calculations with good accuracy and is transferable to the higher-index facets of QD's. Based on recent STM studies, we set up several detailed atomic structures of InAs QD's along the shape-transition path from a flat QD dominated by {137} facets to a fully developed QD dominated by {110} facets, some with partially grown facets. After relaxation with our potential we analyzed changes in the total energy and the strain-field. We find that small QD's favor the 'hut' shape and that the facets preferably grow from bottom to top, in agreement with experiment.

HL 46.2 Mo 17:00 TU P164

**Struktur und Stöchiometrie von InAs/GaAs Quantenpunkten mit Sb-Beimischungen** — •R. TIMM, T.-Y. KIM, A. LENZ, H. EISELE, K. PÖTSCHKE, U. W. POHL, D. BIMBERG und M. DÄHNE — TU Berlin, Institut für Festkörperphysik, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin

InAs Quantenpunkte in GaAs sind von entscheidender Bedeutung für die Optoelektronik. Ein vielversprechender Ansatz, um die industriell wichtige Wellenlänge von 1,3  $\mu\text{m}$  zu erreichen, besteht in der Beimischung geringer Mengen von Antimon, wobei bereits die Anwesenheit von Sb während der Wachstumsphase zu einer Strukturänderung von InAs Quantenpunkten führt [1].

Mit Rastertunnelmikroskopie an Querschnittsflächen (XSTM) wurden InAs/GaAs Quantenpunkte mit Sb-Beimischungen untersucht, die mittels Metallorganischer Gasphasenepitaxie gewachsen wurden. XSTM ermöglicht die Charakterisierung von überwachsenen Quantenpunkten [2] und ist das einzige Verfahren, das die chemische Zusammensetzung solcher quaternärer Nanostrukturen mit atomarer Auflösung zeigen kann.

Für bestimmte Wachstumsbedingungen konnten einzelne Sb-Atome in den Benetzungsschichten nachgewiesen werden, nicht aber in den Quantenpunkten. Anhand der atomaren Struktur der untersuchten Quantenpunkte und Benetzungsschichten mit der jeweiligen lokalen Stöchiometrie wird der Einfluss des Antimons auf die InAs-Nanostrukturen diskutiert.

Diese Arbeit wurde unterstützt durch die Europäische Kommission im Rahmen des EU-Exzellenznetzwerks SANDiE.

[1] K. Pötschke, et al., *Physica E* **21**, 606 (2004)[2] R. Timm, et al., *Appl. Phys. Lett.*, *im Druck*

HL 46.3 Mo 17:15 TU P164

**Selbstorganisierende In(Ga,Al)As-Quantenstrukturen** — •ANDREAS SCHRAMM, STEPHAN SCHULZ, CHRISTIAN HEYN und WOLFGANG HANSEN — Institut für Angewandte Physik, Universität Hamburg, Jungiusstrae 11C, 20355 Hamburg, Germany

Beim epitaktischen Wachstum von verspannten, InAs-haltigen Schichten auf (001)-GaAs bilden sich spontan Nanostrukturen. Hier werden derartige, sogenannte selbstorganisierte In(Ga,Al)As-Nanostrukturen mit Feststoffquellen-Molekularstrahlepitaxie unter Verwendung von  $As_4$  als Arsenquelle hergestellt und mit Rasterkraftmikroskopie (AFM) strukturell untersucht. Es werden Ergebnisse präsentiert, die die Abhängigkeit der Geometrie von Wachstumsparametern wie Substrattemperatur, Uberwachtemperatur, Deckschichtmaterial, Bedeckung und Wartezeiten demonstrieren. Im Gegensatz zu GaAs als Bedeckungsmaterial, bei dem sich nur mit  $As_2$  ringartige Strukturen bilden [1], erhält man mit AlAs als Deckmaterial auch mit  $As_4$  bei geeigneten Parametern ring- und scheibenartige Strukturen. Der Grund hierfür liegt unter anderem in der kürzeren Diffusionslänge der Al auf der Oberfläche [2].

Weiterhin werden die strukturellen Eigenschaften der selbstorganisierenden Nanostrukturen mit Ergebnissen elektronischer Untersuchungen

wie die Kapazitätsspektroskopie (CV) und die *Deep Level Transienten* Spektroskopie (DLTS) korreliert.

[1] Garcia et al, *APL* **71** 2014 (1997)[2] Lee et al, *Nanotechnology* **15** (2004) 848-850

HL 46.4 Mo 17:30 TU P164

**Größenkontrolle von InAs Quantum Dashes** — •ANDRES SAUERWALD<sup>1</sup>, TILMAR KÜMMEL<sup>1</sup>, GERD BACHER<sup>1</sup>, ANDRÉ SOMERS<sup>2</sup>, RUTH SCHWERTBERGER<sup>2</sup>, JOHANN PETER REITHMAIER<sup>2</sup> und ALFRED FORCHEL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Werkstoffe der Elektrotechnik, Universität Duisburg-Essen, 47057 Duisburg, Germany — <sup>2</sup>Technische Physik, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany

Gerade für selbstorganisierte Strukturen besteht reges Interesse, die Größe über Wachstumsparameter kontrolliert einzustellen. Wir untersuchen selbstorganisierte InAs/InGaAlAs Quantum Dashes (QDashes) mit unterschiedlichen nominellen InAs-Schichtdicken. Mit Raster-Transmissions-Elektronen-Mikroskopie (RTEM) können Größe, Form und chemische Zusammensetzung präzise bestimmt werden. Es zeigt sich, dass die absolute Hoe der QDashes für alle Proben proportional zur nominellen InAs-Schichtdicke ist, während das Hoe-Basis Verhältnis des pyramidenförmigen Querschnitts sich als unabhängig von der nominellen InAs Schichtdicke erweist. Durch Änderung eines einzigen Wachstumsparameters kann somit die Größe der QDashes über einen weiten Bereich (Faktor 3) kontrolliert und damit die Emissions-Wellenlänge zwischen 1.3 $\mu\text{m}$  und 1.9 $\mu\text{m}$  eingestellt werden.

HL 46.5 Mo 17:45 TU P164

**Untersuchung von InAs/GaAs - Quantenpunkten mit Rastertunnelspektroskopie an Querschnittsflächen** — •L. IVANOVA<sup>1</sup>, R. TIMM<sup>1</sup>, A. LENZ<sup>1</sup>, M. MÜLLER<sup>1</sup>, H. EISELE<sup>1</sup>, M. DÄHNE<sup>1</sup>, O. SCHUMANN<sup>2</sup>, L. GEELHAAR<sup>2</sup> und H. RIECHERT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Berlin, Institut für Festkörperphysik, PN4-1, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin — <sup>2</sup>Infineon Technologies, Corporate Research Photonics, 81730 München

Die Rastertunnelspektroskopie (STS) ermöglicht den Zugang zu den lokalen elektronischen Eigenschaften einer Oberfläche. Für die Untersuchung der lokalen Zustandsdichte als Funktion von Ort und Spannung können der Tunnelstrom und seine Ableitung verwendet werden.

Mittels Querschnitts-Rastertunnelspektroskopie (XSTS) wurden vergrabene InAs Quantenpunkt-Doppelstapel in GaAs untersucht, die mit Molekularstrahlepitaxie (MBE) mit geringer Stickstoffbeimischung gewachsen wurden. Der Stickstoff wurde dabei außerhalb der Bandlücke detektiert, was dafür spricht, dass er einen Storstellencharakter besitzt. STS-Bilder eines Quantenpunktes zeigen bei verschiedenen Spannungen eine Kontrastumkehr und unterschiedliche Zustandsdichteverteilungen.