

DEUTSCHE PHYSIKALISCHE
GESELLSCHAFT e.V.

FRÜHJAHRSTAGUNG

des Arbeitskreises Festkörperphysik bei der DPG

MÜNSTER 1999

vom 22. bis 26. März 1999

in der Westfälischen Wilhelms-Universität



Simulationen der elektronischen Zustände mit Hilfe von 8-Band-k-p-Theorie unter Berücksichtigung von Verspannung legt nahe, daß die thermische Aktivierung angeregte Quantenpunktzustände involviert.

HL 11.5 Mo 17:00 H4

Simulation von Röntgenstreuung an mesoskopischen Strukturen — •M. GRUNDMANN¹ und A. KROST^{1,2} — ¹Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Berlin — ²Institut für Festkörperphysik II, Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg (present address)

Die Röntgenstreuung an Übergittern und Quantenpunkten wird unter Berücksichtigung aller Atompositionen in kinematischer Näherung berechnet. Vor der Simulation der Streuamplitude werden die Atompositionen in verspannten Strukturen mit dem valence force field Modell berechnet.

Ein Vergleich für Übergitter mit Resultaten von mehreren kommerziellen Programmen zur dynamischen Röntgenstreuung zeigt unerwartet

starke Abweichungen der Programme untereinander, insbesondere bei verspannten Schichten.

Bei Quantenpunkten hat die Form entscheidenden Einfluß auf die Spannungsverteilung und damit auf die Röntgenstreuung.

HL 11.6 Mo 17:15 H4

Cleaved edge overgrowth: Elektronische Zustände in verspannten Quantenfäden und -punkten — •M. GRUNDMANN, O. STIER und D. BIMBERG — Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Berlin

Die Nutzung verspannter Schichten bei der Herstellung von Quantendrähten und -punkten mit cleaved edge overgrowth (CEO) hat zum Ziel, Quantisierungseffekte zu vergrößern.

Wir untersuchen theoretisch echte T-förmige GaAs/InGaAs CEO Quantenfäden [1]

und solche (AlGaAs/InAlAs/GaAs), in denen eine der dünnen Schichten nur als

Stressor dient. Auch andere Lokalisierungsmechanismen durch Abweichungen von einer idealen Geometrie der Quantentöpfe werden diskutiert.

Die numerischen Rechnungen wurden mit Kontinuumsmechanik für die Verspannung und 8-Band-k-p-Theorie für die elektronischen Zustände durchgeführt.

Am Schnittpunkt der verschiedenen aktiven Schichten findet zwar eine Relaxation der Verspannungsenergie statt, die Veränderung der einzelnen Verspannungskomponenten ist aber kompliziert und anisotrop. Die Näherung, für die Verspannungsverteilung zweimal pseudomorphes Wachstum anzunehmen, stellt sich als ungeeignet heraus. Generell finden wir, daß zusätzliche Lokalisierungseffekte klein sind.

[1] M. Grundmann et al., Phys. Rev. B 58, 10557 (1998)

HL 11.7 Mo 17:30 H4

Kontrollierte mechanische AFM-Strukturierung zweidimensionaler Elektronensysteme — •H.W. SCHUMACHER¹, U.F. KEYSER¹, U. ZEITLER¹, R.J. HAUG¹ und K. EBERL² — ¹Inst. f. Festkörperphysik, Universität Hannover, Appelstr. 2, D-30167 Hannover — ²MPI-FKF, Heisenbergstr. 1 D-70569 Stuttgart

Wir benutzen ein Rasterkraftmikroskop (AFM) zur gezielten Manipulation eines ca. 55 nm unter der Probenoberfläche liegenden zweidimensionalen Elektronengases (2DEG). Das 2DEG besteht aus einem epitaktisch gewachsenen GaAs Quantenfilm ($\mu = 6,1 \text{ m}^2/\text{Vs}$, $n = 6 \cdot 10^{15} \text{ m}^{-2}$) eingebettet in eine AlGaAs Barriere. Die darüberliegende Dotierschicht erhöht und in-situ vermessen. Linien mit kontrollierten Raumtemperaturwiderständen zwischen einigen $k\Omega$ und einigen hundert $M\Omega$ sind so erzeugt worden. Entsprechend verhalten sich diese Strukturen bei tiefen Temperaturen als unterschiedlich starke Tunnelwiderstände bis hin zu total isolierenden Barrieren mit Widerständen über $20G\Omega$.

Diese Methode eröffnet die Möglichkeit der kontrollierten mechanischen Erzeugung elektronischer Nanostrukturen. Tieftemperaturcharakterisierungen erster mit dieser Methode hergestellter Bauteile, wie z.B. Seitengatetransistoren, werden vorgestellt.

HL 11.8 Mo 17:45 H4

Starke Intraband-Absorption unter senkrechtem Einfallswinkel in selbstordnenden InAs/InAlAs Quantenpunkten auf InP(001) Substrat — •A. WEBER^{1,2}, O. GAUTHIER-LAFAYE¹, F. H. JULIEN¹, J. BRAULT³, M. GENDRY³, Y. DÉSIÈRES⁴ und T. BENYATTOU⁴ — ¹Institut d'Electronique Fondamentale, Université Paris-XI, F-91405 Orsay — ²gegenw. Adresse: Inst. f. Festkörperphysik, TU Berlin — ³Laboratoire d'Electronique - LEAME, Ecole Centrale de Lyon, F-69131 Ecully — ⁴Laboratoire de Physique de la Matière, INSA de Lyon, F-69621 Villeurbanne

Wir berichten über Infrarot-Spektroskopie an selbstordnenden InAs Quantenpunkten, die im Stranski-Krastanow Wachstumsmodus in einer InAlAs Matrix auf InP(001) Substrat hergestellt wurden. Eine starke Intraband-Absorption, die in der Schichtebene in [110] Richtung polarisiert ist, wurde im 10-20 μm Wellenlängenbereich beobachtet und einem Übergang vom Elektronen-Grundzustand zu einem angeregten Zustand zugeordnet. Die Absorption von 10 Ebenen n-dotierter Quantenpunkte unter senkrechtem Einfallswinkel erreicht 7.8%. Die Oszillatorstärke des Intraband-Übergangs ist vergleichbar mit jener, die in Quantenfilmen für Interband-Leitungsband-Übergänge bei Polarisation in Wachstumsrichtung erreichbar ist. Die starke Polarisations-Abhängigkeit der beobachteten Absorption ist konsistent mit AFM-Bildern, die aufgereichte längliche Quantenpunkte zeigen und auf ein asymmetrisches Confinement-Potential schließen lassen.

HL 11.9 Mo 18:00 H4

Electron States in an Array of Rectangular Quantum Wires — E.P. POKATILOV¹, •S.N. BALABAN¹, V.A. FONOBEROV¹ und V.M. FOMIN^{1,2} — ¹Department of Theoretical Physics, State University of Moldova, MD-2009 Kishinev, Moldova — ²TFVS, Departement Natuurkunde, Universiteit Antwerpen (U.I.A.), B-2610 Antwerpen, Belgium

Electron states are investigated in a periodic one-dimensional infinite and semi-infinite arrays of rectangular quantum wires (with a finite height of the potential barrier). Exact electron wave functions and the energy spectrum are found in an analytical expansion form based on the solutions of the Schrödinger equation for the one-dimensional rectangular quantum well with a finite depth. Electron energy bands are calculated as a function of the sizes of quantum wires and of the period. In the semi-infinite array, electron states are obtained, which decay in space off the array edge. When the period tends to infinity, the calculated energies lead to those obtained in Refs. [1] and [2] for a single quantum wire using, respectively, the finite-difference method and the double Fourier series expansion to solve the Schrödinger equation. The results of the present work comprehensively describe the energy spectra in quantum wires $\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As}/\text{InP}$, which have been observed at the temperature $T = 2\text{K}$ and 300K in Refs. [3] and [4], correspondingly. This work has been supported by the COPERNICUS Project No. PL97-8078.

[1] J. Shertzer and L. R. Ram-Mohan, Phys. Rev. B 41, 9994 (1990).

[2] S. Gangopadhyay and B. R. Nag, Phys. Stat. Sol. (b) 195, 123 (1996).

[3] M. Notomi et al., Appl. Phys. Letters 58, 5720 (1991).

[4] P. Ils et al., Appl. Phys. Letters 64, 496 (1994).

HL 11.10 Mo 18:15 H4

Nichtgleichgewichtskinetik der Nukleation von selbstorganisierten Quantenpunkten — •M. MEIXNER, S. BOSE und E. SCHÖLL — Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Berlin, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin

Die Entstehung von selbstorganisierten Quantenpunkten in regulären Anordnungen mit schmaler Größenverteilung wird mittels einer kinetischen Monte-Carlo-Simulation untersucht. Die Spannungseffekte beim Stranski-Krastanov-Wachstum von Halbleitermaterialien mit unterschiedlicher Gitterkonstante werden einerseits durch einen phänomenologischen Ansatz und andererseits durch ein Kontinuumsmodell der elastischen Eigenschaften berücksichtigt. Wir diskutieren die Optimierung der Quantenpunktstruktur durch Variation der Wachstumsparameter wie Temperatur, Monolagenbedeckung, Wachstumsrate und Wachstumsunterbrechungen.

HL 11.11 Mo 18:30 H4

Semi-magnetische Eigenschaften von Mn dotierten CdS Nanokristallen — •D.M. HOFMANN¹, F. LEITER¹, A. HOFSTETTER¹, B.K. MEYER¹, G. COUNIO², T. GACOIN² und J.P. BILOTT² — ¹Justus-Liebig-Universität, I. Physikalisches Institut, Heinrich-Buff-Ring 16, D-35392 Giessen — ²Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, CNRS UMR 7643, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Frankreich

Nach der Methode der invertierten Micellen hergestellte und in sol-gel Silica Matrizen eingebettete CdS Nanokristalle wurden mit optischen