

HL 6 Optische Eigenschaften

Zeit: Freitag 10:45–13:00

Raum: TU P-N229

HL 6.1 Fr 10:45 TU P-N229

Dependence on Well Width of the Exchange Instability in Dilute 2D Electron Gases — •PAULA GIUDICI¹, ALEJANDRO R. GOÑI^{1,2}, CHRISTIAN THOMSEN¹, MAIK HAUSER³, and KARL EBERL³ — ¹Institut für Festkörperphysik, PN5-4, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin — ²Institut de Ciència de Materials de Barcelona, Campus de la UAB, 08193 Bellaterra, Spain — ³MPI für Festkörperforschung, Heisenbergstr. 1, 70569 Stuttgart

High-mobility two-dimensional electron gases (2DEG) realized in modulation-doped GaAs single quantum well (SQW) structures are particularly suitable for studies of the many-body behavior of dilute electron systems. Recently, we have shown that a 2DEG undergoes a first-order phase transition when the first-excited subband becomes populated. Furthermore, the occurrence of a spontaneous breakdown of the spin symmetry was predicted, leading to the formation of a ferromagnetic phase. The existence of the spin instability was confirmed by PL and inelastic light scattering experiments at low effective temperatures of the electron gas. In this work we investigate the dependence of the phenomenology of the exchange instability on the SQW-width. For this purpose we studied the emission spectra of three SQW samples which differ only in the well width (20, 25 and 30 nm). The renormalization energy of the spin-polarized phase presents a clear trend for the studied QW widths. This dependence on well thickness indicates that the strength of the exchange interactions is a function of the confinement of the electron wave functions.

HL 6.2 Fr 11:00 TU P-N229

Quantentheorie der inkohärenten Thz-Emission wechselwirkender Plasmen in Gasen und Halbleitern — •MARTEN RICHTER, STEFAN BUTSCHER, MARTIN SCHAARSCHMIDT und ANDREAS KNORR — Institut für Theoretische Physik, AG Nichtlineare Optik und Quantenelektronik, Technische Universität Berlin, Hardenbergstraße 36 PN 7-1, 10623 Berlin

Die Spektren der spontanen Emission im Terahertzbereich wechselwirkender Plasmen wird theoretisch untersucht. Zunächst wird ein laserinduziertes Elektronen-Ion Plasma betrachtet, in dem die Beiträge der durch Elektron-Ion- und Elektron-Molekül-Streuungen ermöglichten Übergängen innerhalb des Kontinuums der freier Elektronen betrachtet werden. Dieser Emissionsmechanismus wird dann auf Elektronenplasmen in einem Halbleiterquantenfilm-Subband übertragen, wo die Beiträge der Elektron-Phonon-Wechselwirkung Übergänge zwischen den Kontinuumszuständen der Elektronen ermöglichen.

HL 6.3 Fr 11:15 TU P-N229

Quantenkinetik von Halbleiter Intersubband Übergängen. — •STEFAN BUTSCHER, JENS FÖRSTNER, INES WALMÜLLER und ANDREAS KNORR — Institut für theoretische Physik, Nichtlineare Optik und Quantenelektronik, Technische Universität Berlin, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin, Germany

Der Einfluss der Quantenkinetik der Elektron-Phonon Wechselwirkung auf die optischen Eigenschaften von Intersubband Übergängen [1] in GaAs/GaAlAs Halbleiter Quantenfilmen wird untersucht. Im Bereich der linearen Optik wird die Ausbildung von Polaronresonanzen diskutiert [2]. Bei nichtlinearen Anregung zeigen sich Gedächtniseffekte der Wechselwirkung und die Verletzung der Energieerhaltung insbesondere bei Subbändern mit einer Energielücke unterhalb der Phonon Energie.

[1] I. Waldmüller et al, Phys.Rev.B 69,205310 (2004)

[2] S. Butscher et al, phys. stat. sol. (b) 241, R49-R51 (2004)

HL 6.4 Fr 11:30 TU P-N229

Leuchtet ein Halbleiter bei Zimmertemperatur ohne Anregung? — •STEFAN HANNA und ALOIS SEILMEIER — Physikalisches Institut, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth

Liegt ein Halbleiter im thermischen Gleichgewicht vor, muss eine Rekombinationsrate existieren, die der thermischen Generationsrate von Elektron-Loch-Paaren gleich ist. Generell dominiert bei Zimmertemperatur die strahlungslose Rekombination. Nach dem Kirchhoffschen Strahlungsgesetz ist allerdings wegen der Absorption des Halbleiters auch eine bandkanten nahe Strahlungsemission zu erwarten. Es stellt sich die Frage, ob diese strahlende Interband-Rekombination auch bei Zimmertemperatur als Lichtemissionsspektrum nachzuweisen ist. Dazu werden undotier-

te Halbleiterproben definiert auf erhöhte Temperaturen von ca. 100°C gebracht, um deren Emission gegen die thermische Umgebungsstrahlung diskriminieren zu können. Das Lumineszenzspektrum wird über ein Gitterspektrometer und ein CCD-Element gemessen. Man beobachtet Spektren, die ein Maximum nahe der Bandkante ähnlich einem Photolumineszenzspektrum aufweisen und die unter Verwendung des Planckschen Strahlungsgesetzes und des Absorptionsspektrums der Probe verstanden werden können. Untersucht wird insbesondere die Emission kommerziell verfügbarer halbleiterdotierter Gläser im nahen infraroten Spektralbereich. Weiterhin werden Resultate für die Volumenhalbleiter GaAs und InP vorgestellt.

HL 6.5 Fr 11:45 TU P-N229

Photoleitungsspektroskopie an InAlAs/InAs/InAlAs/GaAs-Halbleiterstrukturen im Bereich der GaAs-Reststrahlenbande — •N. MECKING, K. BITTKAU, Y.S. GUI, CH. HEYN, D. HEITMANN und C.-M. HU — Institut für angewandte Physik, Universität Hamburg, Jurgisstraße 11, 20355 Hamburg

Wir haben das ferninfrarote Photoleitungsspektrum eines 2DES in einem InAs-Quantenwell zwischen zwei In(0.75)Al(0.25)As-Schichten untersucht. Dieses System ist als MBE-Struktur auf GaAs aufgewachsen. Aufgrund der niedrigen effektiven Elektronenmasse von InAlAs (hier: 0.033 me) ist es möglich die Position der Zyklotronresonanz des 2DES bei Magnetfeldern von ca. 10 T im Bereich der GaAs-Reststrahlenbande (ca. 250 - 300 cm⁻¹) zu beobachten. Obwohl das 2DES 1400 nm vom GaAs-Substrat entfernt ist, weicht das Photoleitungsspektrum in diesem Bereich jedoch sehr stark von der einfachen Lorentzform der Zyklotronresonanz ab. Daher haben wir das elektromagnetische Feld der ferninfraroten Strahlung in unserem Multischichtsystem berechnet und auf diese Weise durch Vergleich mit dem so gewonnenen Absorptionsspektrums des 2DES gezeigt, dass die Abweichung vom Lorentzprofil durch Interferenzeffekte verursacht wird [1]. Zusätzlich können wir anhand des berechneten Profils auch noch ein scharfes Minimum bei der InAs-LO-Phonon-Energie als Polaronkopplungseffekt zwischen den Elektronen und LO-Phononen identifizieren. Dagegen sehen wir keinen Hinweis für einen Kopplungseffekt zwischen Elektronen und TO-Phononen.

[1] K. Bittkau, N. Mecking, Y.S. Gui, Ch. Heyn, D. Heitmann and C.-M. Hu, Phys. Rev. B. (submitted)

HL 6.6 Fr 12:00 TU P-N229

Polariton Propagation in Semiconductor Heterostructures — •STEFAN SCHUMACHER¹, GERD CZYCHOLL¹, FRANK JAHNKE¹, IRYNA KUDYK², ILJA RÜCKMANN², and JÜRGEN GUTOWSKI² — ¹Institut für Theoretische Physik, Universität Bremen — ²Institut für Festkörperphysik, Universität Bremen

A microscopic theory for linear and nonlinear polariton propagation is presented. Based on the dynamics controlled truncation (DCT) formalism a $\chi^{(3)}$ -theory for the relevant density matrix elements is introduced. The theory incorporates both, coherent optical nonlinearities and propagation effects for spatially inhomogeneous semiconductor heterostructures.

Propagation effects are investigated in a regime, where the coherent material polarization as well as the optical fields are strongly influenced by the boundaries of the system. Ambiguities due to additional boundary condition (ABCs) are avoided by a direct solution of the quantum mechanical problems for the exciton and biexciton motion within the sample boundaries together with Maxwell's equations.

Linear and nonlinear transmission spectra in the coherent optical regime are analyzed for different excitation conditions. A direct theory-experiment comparison is given for a series of ZnSe/ZnSse heterostructures. In contrast to the linear regime exciton-exciton Coulomb interaction turns out to strongly couple spectrally well-separated polariton states in nonlinear optics.

HL 6.7 Fr 12:15 TU P-N229

Resonanzfluoreszenz von Quantenfilmmexzitonen: homogene vs. inhomogene Linienverbreiterung — •DANIEL SCHWEDT¹, HEINRICH STOLZ¹, HYATT M. GIBBS² und GALINA KHITROVA² — ¹Institut für Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, D-18051 Rostock — ²Optical Sciences Center, The University of Arizona, Tucson, Arizona 85721-0094, USA

Die spektrale Linienform der Lumineszenz aus Quantenfilmen (QW) hängt stark von der Wachstumsunordnung an den Grenzflächen der Schicht zum Barrierenmaterial ab. Dies resultiert in einer Verteilung der Resonanzenergien (inhomogene Linienbreite) und in einer Ausrichtung der Übergangsdipole der Exzitonen. Für GaAs-QWs lassen sich die angeregten Exzitonen bei geringen Anregungsdichten gut als ungeordnete Ensemble aus Dreiniveausystemen beschreiben [1]. Um die allgemeine Gültigkeit dieses Modells zu prüfen, haben wir Resonanzfluoreszenzexperimente an einem 8 nm breiten InGaAs-QW durchgeführt und vergleichen diese mit Modellrechnungen. Die Emission zeigt in diesem Fall eine starke Überlagerung von inhomogener und homogener Linienverbreiterung.

[1] D. Schwedt, Ch. Nacke, H. Stolz, S. Eshlaghi, D. Reuter and A. Wieck, *phys. stat. sol. (b)* **240**, 9 (2003).

HL 6.8 Fr 12:30 TU P-N229

Nonperturbative Theory of Exciton-Phonon Resonances in Semiconductor Absorption — ●KARSTEN HANNEWALD and PETER BOBBERT — Group Polymer Physics, Eindhoven Polymer Laboratories, Technische Universiteit Eindhoven, The Netherlands

We present a novel theory of exciton-phonon resonances, a commonly observed feature in near-band-gap semiconductor spectroscopy. Our results generalize the textbook absorption formula for a coupled atom/molecule-phonon system [1] to the case of semiconductors. The strength of our approach is the simultaneous inclusion of the dispersive single-particle band structures and charge-carrier Coulomb interactions while, at the same time, treating the electron-phonon interaction nonperturbatively [2]. Numerical studies for a simplified model crystal provide a proof-of-principle for the practical usefulness of our approach.

[1] G.D. Mahan, *Many Particle Physics*, (Plenum Press, London, 1990).

[2] K. Hannewald and P.A. Bobbert, submitted to *Phys. Rev. Lett.*

HL 6.9 Fr 12:45 TU P-N229

Exciton Diamagnetic Shift Reveals New Features in Disorder Statistics — ●MICHAL GROCHOL, FRANK GROSSE, and ROLAND ZIMMERMANN — Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstr. 15, 12489 Berlin, Germany

As the well-known near-field optical experiment [1] has shown, the diamagnetic shift varies among individual exciton lines in disordered quantum wells. Our calculations based on the full solution of the exciton Schrödinger equation in electron and hole coordinates [2] reveal a correlation between diamagnetic shift and wave function localization. A parallel computer code is developed to handle large scale simulations for different potential types. The diamagnetic shift average value and fluctuations as a function of the exciton transition energy are calculated. The relation between the underlying potential statistics and the diamagnetic shift is analyzed making the diamagnetic shift an experimental tool for investigating the underlying potential landscape.

[1] H. F. Hess, E. Betzig, T. D. Harris, L. N. Pfeiffer, and K. W. West, *Science* **264**, 1740 (1994).

[2] M. Grochol, F. Grosse, and R. Zimmermann, to appear in *J. Lumin.* (2004).