

Q 61: Laserentwicklung: Halbleiterlaser

Zeit: Freitag 10:30–12:30

Raum: VMP 8 HS

Q 61.1 Fr 10:30 VMP 8 HS

Ein Festkörper-Lasersystem zur Erzeugung kontinuierlicher Lyman- α Strahlung — ●MARTIN SCHEID, DANIEL KOLBE, FRANK MARKERT und JOCHEN WALZ — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz

Durch Vier-Wellen-Mischen in Quecksilberdampf kann kontinuierliche kohärente Strahlung im Vakuum-Ultraviolett bei 121,56 nm (Lyman- α) produziert werden. Diese soll zur Laserkühlung von magnetisch gefangenem Antiwasserstoff verwendet werden. Das ist eine wichtige Voraussetzung für die künftige Präzisionspektroskopie an Antiwasserstoff. Im Vortrag wird das Festkörper-Lasersystem zur Erzeugung der drei benötigten leistungsstarken Fundamentalstrahlen bei 254 nm, 408 nm und 546 nm vorgestellt. Bis zu 800 mW ultraviolette Strahlung bei 254 nm wird durch Frequenzvervierfachung eines Yb:YAG Scheibenlasers in zwei aufeinander folgenden externen Überhöhungsresonatoren produziert. 300 mW blaues Licht bei 408 nm wird durch Frequenzverdopplung eines Titan:Saphir Lasers in einem externen Überhöhungsresonator erzeugt. Um bis zu 4 W grünes Licht bei 546 nm zu erhalten, wird ein Yb-Faserlaser in einem externen Überhöhungsresonator frequenzverdoppelt.

Q 61.2 Fr 10:45 VMP 8 HS

Spectro-Temporal Gain-Switching Dynamics of a InGaAs Quantum-Dot Laser — ●LUKAS DRZEWIETZKI¹, STEFAN BREUER¹, GEORGE THE², MARIANGELA GIOANNINI², WOLFGANG ELSÄSSER¹, IVO MONTROSSET², MARK HOPKINSON³, and MICHAEL KRAKOWSKI⁴ — ¹Institut für Angewandte Physik, TU-Darmstadt, Schloßgartenstr. 7, 64289 Darmstadt, Germany — ²Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino — ³Department of Electronic and Electrical Engineering, University of Sheffield, Sheffield S1 3JD, United Kingdom — ⁴Alcatel-Thales III-V Lab, Route de Nozay, 91461 Marcoussis, France

Self-assembled quantum dots (QD) are a distribution of zero-dimensional structures and provide discrete energy levels. Implemented as the active medium in a diode laser they lead to improved characteristics compared to bulk or quantum-well devices like low threshold current and high gain bandwidth. Due to their multiple discrete population levels QD-Lasers (QDL) are also able to perform two-state lasing. We present spectrally resolved picosecond measurements of the gain-switching dynamics of a QD-laser at different temperatures and current steps. Also spectrally resolved continuous-wave (CW) measurements are carried out. We report on the existence and interaction of the ground and excited state (GS, ES) emission in CW and pulsed operation. Both operation regimes are compared and the influence of the operation parameters on the emission dynamics are discussed. The presented measurements are compared to numerical simulations obtained with a multi-population model.

Q 61.3 Fr 11:00 VMP 8 HS

Intensity noise of polarisation stabilized VCSELs — ●ANDREAS MOLITOR¹, MARTIN BLAZEK¹, JOHANNES MICHAEL OSTERMANN², RAINER MICHALZIK², and WOLFGANG ELSÄSSER¹ — ¹Institute of Applied Physics, Darmstadt University of Technology, Schloßgartenstr 7, 64289 Darmstadt, Germany — ²Institute of Optoelectronics, University of Ulm, Albert-Einstein-Allee 45, 89069 Ulm, Germany

VCSELs are reliable, low-cost light sources for optical datacom applications. Etching a grating into the surface Bragg mirror enables polarisation control [1]. We experimentally investigate the intensity noise properties of VCSELs with different surface grating parameters.

For well-selected grating parameters [2], Orthogonal Polarisation Suppression ratios of greater than 20 dB and spectra Sidemod Suppression ratios up to 30 dB are achieved. The Intensity noise is measured via a direct detection setup. For various pump currents radiofrequency spectra of the photo current are recorded and normalized to the Shot Noise level. The influence of the surface grating on the intensity noise behavior is investigated by polarisation resolved measurements. For the surface grating VCSELs we find a noise reduction in the strong polarisation of more than 10 dB compared to a reference VCSEL without grating. The influence of the polarisation and spatial mode structure on the intensity noise will be discussed in detail with respect to theory.

[1] J.M. Ostermann et al., Opt. Commun 246, 511 (2005)

[2] C. Fuchs et al., IEEE J. Quantum Electron. QE-43, 1227 (2007)

Q 61.4 Fr 11:15 VMP 8 HS

Zeitliche und spektrale Charakterisierung von ps-Pulsen aus Diodenlaser-MOPA-Systemen zur effizienten Frequenzkonversion — ●ANDREAS LENHARD, THORSTEN ULM, FLORIAN HARTH und JOHANNES L'HUILLIER — Technische Universität Kaiserslautern, Fachbereich Physik, Erwin-Schrödinger-Straße 46, 67663 Kaiserslautern

Mit aktiv- und passiv-modengekoppelten Einstreifen-Diodenlasern wurden ps-Pulse mit mittleren Leistungen von 20 mW und 3 GHz Wiederholrate erzeugt. Im nachfolgenden Trapezverstärker wurde die Leistung in den Wattbereich erhöht. Durch den Trapezverstärker wird mit einem M^2 -Wert von etwa 1,3 eine deutlich bessere Strahlqualität als mit Breitstreifenverstärkern erreicht. Das System eignet sich damit zur effizienten Frequenzkonversion. Mit einer Pulsspitzenleistung von über 30 W wurden im Einfachdurchgang durch einen PPLN-Kristall Pulse im sichtbaren Spektralbereich bei 460 nm mit mittleren Leistungen von mehr als 550 mW erzeugt. Diese Leistung entspricht einer Konversionseffizienz von über 26%.

Mit einem SHG-FROG Verfahren wurden zeitlich- und spektral hochaufgelöste Untersuchungen von aktiv- und passiv-modengekoppelten Pulsen aus dem Diodenlaser-MOPA-System durchgeführt. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde das System für eine effiziente Frequenzverdopplung der Strahlung optimiert. Am Verlauf der Phase lässt sich der Einfluss der Ladungsträgerdynamik im Halbleiter beobachten. Es wird gezeigt, wie die Betriebsparameter die zeitliche und spektrale Form der Pulse beeinflussen.

Q 61.5 Fr 11:30 VMP 8 HS

Erzeugung von 190 fs Pulsen mit einem InGaAs-AlGaAs Halbleiterscheibenlaser — ●PETER KLOPP¹, UWE GRIEBNER¹, MARTIN ZORN² und MARKUS WEYERS² — ¹Max-Born-Institut, Berlin, Germany — ²Ferdinand-Braun-Institut, Berlin, Germany

Intensive Anstrengungen sind darauf gerichtet von der großen Verstärkungsbandbreite von Halbleitermedien für die Erzeugung ultrakurzer Pulse zu profitieren. Pulsdauern von 310 fs und 390 fs wurden für Quantentrog-Kantenemitter- und Quantenpunkt-Laser erzielt. Kürzere Pulse mit einer Dauer von 290 fs wurden kürzlich mit optisch gepumpten, Halbleiterscheibenlasern (SDL) demonstriert [1]. Wir berichten über die Erzeugung von nahezu bandbreitenbegrenzten sub-200 fs Pulsen mit SDL. Die oberflächenemittierende Verstärkungsstruktur besteht aus 4 InGaAs-Quantentrögen (QWs) in unregelmäßiger Anordnung. Die Absorption der 840 nm Diodenlaser-Pumpstrahlung erfolgt in Al-gradierten GaAs-Barrieren, welche sich zwischen den QWs befinden [1]. Zur passiven Modenkopplung dient ein oberflächennah (2 nm) positionierter sättigbarer InGaAs single-QW auf einem Bragg-Spiegel. Pulse mit einer Dauer von 190 fs konnten ohne weitere Elemente zur Dispersionskontrolle im Resonator generiert werden. Bei einer Pulsfrequenz von 3 GHz wird eine mittlere Leistung von 5 mW im Wellenlängenbereich um 1035 nm erzielt. Ein entscheidender Parameter zur Erzeugung der nahezu Fourier-limitierten Pulse ist die spektrale Position des Absorptionsmaximums relativ zum Verstärkungsmaximum.

[1] P. Klopp et al., Opt. Express 16, 5770 (2008).

Q 61.6 Fr 11:45 VMP 8 HS

Passiv modengekoppeltes Oszillator-Verstärker-System zur Erzeugung von Pulsdauern unter 500 fs mittels externer Puls-kompression — ●THORSTEN ULM, FLORIAN HARTH, ANDREAS LENHARD und JOHANNES L'HUILLIER — Technische Universität Kaiserslautern, Fachbereich Physik, Erwin-Schrödinger-Str. 46, 67663 Kaiserslautern

Femtosekundenlaser mit mittleren Leistungen von bis zu 1 W haben vielfältige wissenschaftliche und technische Anwendungen. Hybridintegrierte Diodenlaser ermöglichen Ultrakurzpuls laser mit geringer Größe und hoher Effizienz.

Durch passive Modenkopplung werden in einem Oszillator Pulse mit einer spektralen Breite von 4,4 nm und einer Dauer von 10 ps erzeugt. Sie werden in einem Trapezverstärker auf eine Leistung von 1,4 W verstärkt. Durch Puls-kompression wird die Dauer der Pulse auf 401 fs verkürzt. Dies entspricht dem 1,5-fachen des Zeit-Bandbreite-Limits.

Die mittlere Leistung beträgt 757 mW, die Spitzenleistung 647 W.

Dieses Ergebnis wurde durch eine Anpassung des Oszillator-Verstärker-Systems an den nachfolgenden Gitterkompressor erzielt. Um einen möglichst linearen Frequenz-Chirp zu erhalten, wurde u.a. die Methode des *Colliding Pulse Mode-locking* untersucht. Durch einen externen Resonator lässt sich der Treffpunkt der umlaufenden Pulse im Übergangsbereich von Gewinn- und Absorbersektion verschieben. Da Gewinn- und Absorptionssättigung unterschiedliche Brechungsindexvariationen erzeugen, lässt sich so der Chirp für die externe Kompression optimieren.

Q 61.7 Fr 12:00 VMP 8 HS

Monolithischer Ringresonator mit PPLN Kristall zur effizienten Frequenzverdopplung eines cw-Diodenlasers bei 976 nm — •DANILO SKOCZOWSKY, ANDREAS JECHOW und RALF MENZEL — Universität Potsdam, Institut für Physik / Photonik, Karl-Liebknecht-Str. 24-25, 14476 Potsdam-Golm

Mit Hilfe von externen Resonatoren konnten die spektralen und lateralen Strahleigenschaften von Breitstreifen-Diodenlasern deutlich verbessert werden. Die so stabilisierten Diodenlaser sind sehr gut für eine effiziente Frequenzverdopplung z. B. mit periodisch gepolten Lithiumniobat-Kristallen (PPLN) geeignet.

Über die Erhöhung der Leistungsdichte im nichtlinearen Kristall kann die Effizienz der Frequenzverdopplung deutlich gesteigert werden. Dafür wurde ein Lasersystem bestehend aus zwei optisch gekoppelten Resonatoren entwickelt. Der treibende Resonator basiert auf einem Breitstreifenlaser in einer Littrow-Anordnung. Der zweite Resonator ist als monolithischer Ringresonator aufgebaut und besteht aus vier Spiegeln, zwei GRIN-Linsen und einem 10 mm langen PPLN-bulk-Kristall. Alle Teile sind monolithisch auf einem Glassubstrat aufgebaut. Die Baugröße des Resonators wurde so klein wie möglich gehalten, wobei der PPLN-Kristall das limitierende Bauelement war.

Damit vereint dieser Resonator hohe Stabilität und einfache Justage. Die Kopplung der beiden Resonatoren erfolgt rein optisch ohne aktive Stallelemente oder Regelschleifen. Erste Experimente zeigten eine gute Kopplung zwischen beiden Resonatoren, wobei eine Ausgangsleistung von 120 mW blaues Licht bei 488 nm generiert werden konnte.

Q 61.8 Fr 12:15 VMP 8 HS

A Solid State Laser System for Production of Antihydrogen via Double-Charge Exchange — •ANDREAS MÜLLERS, FRANK MARKERT, MARTIN SCHEID, DANIEL KOLBE, and JOCHEN WALZ — Johannes Gutenberg Universität Mainz, Institut für Physik

A two-stage semiconductor laser system has been developed for the excitation of Cesium atoms to Rydberg states. The first transition from $6S_{1/2}$ to $6P_{3/2}$ requires laser-light with a wavelength of 852 nm. This is provided by a grating-stabilized laser-diode. For excitation to Rydberg-states, a frequency doubled master-oscillator power-amplifier (mopa) system is used. The mopa-system consist of a grating stabilized laser-diode with an anti-reflection coated front facet and a tapered-amplifier. For second-harmonic generation, a compact resonator with a optical length of only 15 cm has been set up. It emits laser light with a wavelength of 511 nm, corresponding to an excitation to the $37D_{5/2}$ -state. Due to the wide tunability of the used semiconductor lasers, Rydberg states from $n=20$ (517 nm) up to the ionization limit (508 nm) are accessible.

The laser system has been developed for the double-charge-exchange production of antihydrogen as performed by the ATRAP collaboration at CERN. Rydberg-cesium interacts with positrons to form Positronium $Cs^* + e^+ \rightarrow Ps^* + Cs^+$. Antihydrogen is then produced by interaction with antiprotons $Ps^* + \bar{p} \rightarrow \bar{H}^* + e^-$. The lasers have been installed at CERN and have shown reliable performance under beam-time conditions.