

HL 32 Halbleiterlaser I

Zeit: Samstag 15:00–16:30

Raum: TU P-N202

HL 32.1 Sa 15:00 TU P-N202

GaSb-basierte Halbleiter-Diodenlaser im externen Resonator für den Wellenlängenbereich um $2\ \mu\text{m}$ — ●EVA GEERLINGS¹, MARCEL RATTUNDE¹, JOHANNES SCHMITZ¹, GUDRUN KAUFEL¹, JOACHIM WAGNER¹ und HANS ZAPPE² — ¹Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik, Tullastraße 72, 79108 Freiburg — ²Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg, Georges-Köhler-Allee 102, 79110 Freiburg

GaSb-basierte Typ-I Halbleiterlaser, die im Wellenlängenbereich um $2\ \mu\text{m}$ emittieren, können in der Medizintechnik in der nicht-invasiven Diagnostik z.B. zur Messung des Blutzuckerspiegels von Diabetes-Patienten, eingesetzt werden. Für dieses Messverfahren, das auf spektroskopischer Sensorik beruht, sind breit durchstimmbare Diodenlaser nötig.

Um einen breiten Durchstimmbereich realisieren zu können, werden die Diodenlaser in einen externen Resonator, der auf der Littrow - Konfiguration basiert, betrieben. Verwendet wurden indexgeführte schmale Rippenwellenleiter-Laser mit hochreflektierend/antireflektierend beschichteten Facetten. In dieser Arbeit werden wesentliche Parameter, die den maximalen Durchstimmbereich beeinflussen, analysiert. Speziell wurde der Einfluß der Gitterreflektivität sowie des Kopplungsfaktors zwischen internem und externem Resonator auf den Durchstimmbereich untersucht. Es konnte ein maximaler Durchstimmbereich von $130\ \text{nm}$ erreicht werden, wobei der Laser zwischen $2.21\ \mu\text{m}$ und $2.34\ \mu\text{m}$ quasi-kontinuierlich betrieben werden kann.

HL 32.2 Sa 15:15 TU P-N202

Tuning of the emission wavelength in mid-infrared quantum-cascade micro-lasers by controlling the cavity length — ●S. HÖFLING¹, P. EUGSTER¹, J. SEUFERT², J. KOETH², J.P. REITHMAIER¹, and A. FORCHEL¹ — ¹Technische Physik, Universität Würzburg, Würzburg — ²nanoplus, Nanosystems and Technology GmbH, Gerbrunn

The fabrication and investigation of edge-emitting quantum-cascade (QC) lasers and micro-lasers with monolithically integrated deeply etched semiconductor-air Bragg-mirrors based on GaAs is reported. We observe a reduction of the threshold current density by 25 % and an increase of the operation temperature by 23 K to 315 K for $800\ \mu\text{m}$ by employing Bragg-mirrors. Devices with ultra-short cavities of about $100\ \mu\text{m}$ (36 times the wavelength) operate up to 260 K. At 80 K, these devices show threshold currents as low as 0.63 A and output levels up to 56 mW. In these devices, longitudinal single mode operation with output levels exceeding 7.7, 5.6 and 2.8 mW was measured at 180, 200 and 240 K, respectively. This can be attributed to the limited gain bandwidth of QC lasers and the large mode spacing in these devices, which is proportional to the square of the wavelength. We demonstrate that tuning of the emission wavelength is feasible by controlling the cavity length and thereby selecting the spectral position of the Fabry-Perot modes. The tuning range of the low excitation modes of devices, whose cavity lengths vary in steps of $1\ \mu\text{m}$ (from 98 to $105\ \mu\text{m}$), is about $180\ \text{nm}$, centered at $9.18\ \mu\text{m}$.

HL 32.3 Sa 15:30 TU P-N202

Quantenpunktlaser auf InP mit einer Verstärkungsbandbreite von über $250\ \text{nm}$ — ●ANDRE SOMERS, STEFAN DEUBERT, WOLFGANG KAISER, JOHANN PETER REITHMAIER und ALFRED FORCHEL — Technische Physik, Universität Würzburg, Würzburg

Für viele Anwendungen besteht ein starkes Interesse an einem größeren spektralen Verstärkungsbereich, als herkömmliche Quantenfilmlaser liefern können. Aufgrund der statistischen Größenverteilung von Quantenpunktstrukturen auf InP ist die Bandbreite bereits deutlich vergrößert. Durch spezielle Schichtdesigns ist es möglich die Bandbreite bis über $250\ \text{nm}$ zu steigern. Damit kann der gesamte langwellige Telekommunikationsbereich zwischen 1.4 und $1.65\ \mu\text{m}$ mit einer Schichtstruktur abgedeckt werden, z.B. für optische Verstärker (SOAs) oder abstimmbare Laser mit externer Kavität (ECLs). Die in diesem Beitrag präsentierten Laser zeigen verschiedene Ansätze, mit denen eine solche Bandbreite auf InP realisiert wurde. Um dies zu erreichen wurde die Abhängigkeit der Emissionswellenlänge von der Quantenpunktdicke ausgenutzt. Durch die Kombination von verschiedenen Quantenpunkt- und Barrierendicken in einer aktiven Zone ist es möglich die Verstärkung über einen großen spektralen Bereich zu verteilen. Für die Bestimmung der spektralen Bandbreite wurde die Streifenmethode angewandt.

HL 32.4 Sa 15:45 TU P-N202

Laser emission from ultra-small single quantum-well pillar microcavities — ●M. BENYUCEF¹, P. MICHLER¹, J. WIERSIG², F. JAHNKE², M. KAMP³, and A. FORCHEL³ — ¹Physikalisches Institut, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart, Germany — ²Institut für Theoretische Physik, Universität Bremen, Postfach 330440, 28334 Bremen, Germany — ³Technische Physik, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany

High efficiency and low threshold semiconductor lasers can be achieved through control of spontaneous emission in microcavities [1]. The spontaneous and stimulated emission of pillar microcavities with different lateral diameters ($1\text{--}4\ \mu\text{m}$) were investigated by low temperature ($T = 4\ \text{K}$) micro-photoluminescence spectroscopy. The pillar microcavity structures consist of an active region of an InGaAs single quantum-well. A GaAs cavity is sandwiched between the bottom and top distributed Bragg reflectors (DBRs), which consist of 22- and 20-period of AlAs/GaAs layers, respectively.

In this work, we report the observation of lasing with low thresholds ($12\ \text{mW/cm}^2$) and large spontaneous emission factors (β) from optically-pumped small pillar microcavities. For a $1.5\ \mu\text{m}$ diameter pillar, a linewidth of about $0.17\ \text{nm}$ is measured below the laser threshold, however, above the laser threshold, the linewidth decreases to a value about $0.08\ \text{nm}$ and then is approximately constant for higher excitation powers. Using a rate equation model, we estimate the β values. Furthermore, calculated mode structures of the microcavity lasers will be presented.

[1] F. M. Martinaga et al., Appl. Phys. Lett. 62, 443 (1993).

HL 32.5 Sa 16:00 TU P-N202

Nichtlineare Prozesse in Zwei-Farben Halbleiterlasern — ●STEFAN HOFFMANN, XIAO LUO und MARTIN HOFMANN — AG Optoelektronische Bauelemente und Werkstoffe, Ruhr-Universität Bochum, IC2/156, D-44780 Bochum

In den letzten Jahren konnte gezeigt werden, dass Zwei-Farben Halbleiterlaser ein wichtiges Instrument zur Generation von Dauerstrich Terahertzstrahlung bei Raumtemperatur sind. Dabei wurde zudem deutlich, dass diese Systeme aufgrund der Nichtlinearität im Halbleiter eine interessante Dynamik aufweisen. Wir analysieren Vierwellenmischen zwischen den zwei Wellenlängen des Lasers und die direkte Abstrahlung der Differenzfrequenz im Terahertzbereich im Hinblick auf mögliche Anwendungen. Insbesondere wird das Leistungs- und Bandbreitenpotential der direkten Emission diskutiert und anderen Konzepten zur Erzeugung von Terahertzstrahlung gegenübergestellt, die auf einer externen Photomischung beruhen.

HL 32.6 Sa 16:15 TU P-N202

405nm-Laserdioden auf Bulk-GaN-Substraten — ●C. RUMBOLZ, A. LEBER, M. FURITSCH, A. AVRAMESCU, A. MILER, G. BRÜDERL, A. LELL und V. HÄRLE — OSRAM Opto-Semiconductors GmbH, Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg

Gängiges Verfahren zur Herstellung von opto-elektronischen Bauteilen im InAlGaN-Materialsystem ist die Heteroepitaxie auf SiC- oder Saphir-Hilfssubstraten. Aufgrund der Gitterfehlpassungen zwischen Substrat und Epitaxie weisen die aufwachsenden Schichten hohe Defektdichten ($\sim 10^9\ \text{cm}^{-2}$) auf. Trotz nichtstrahlender und spontaner Rekombination an diesen Defekten erreichen bei OSRAM OS gefertigte Ridgelaser auf SiC-Substrat Rekordschwellstromdichten von nur $5,6\ \text{kA/cm}^2$ und Steilheitsbestwerte von $0,9\ \text{W/A}$. Dennoch werden bei cw-Alterungen mit $10\ \text{mW}$ optischer Ausgangsleistung nur Lebensdauern knapp über hundert Stunden erreicht. Um bessere Laserparameter und längere Lebensdauern zu erreichen wurden Ridgelaser zur Defektreduzierung auf GaN-Substraten hergestellt. Gezeigt werden erste Ergebnisse dieser defekt-reduzierten Bauteile ($< 10^7\ \text{cm}^{-2}$), die im Vergleich zu SiC-Dioden signifikant bessere Laserparameter mit Schwellstromdichten von $3,3\ \text{kA/cm}^2$ und Steilheiten bis $1,5\ \text{W/A}$ aufweisen. Diese erlauben geringe elektrische Verlustleistungen während den Alterungsuntersuchungen. Die Alterungsraten gegenüber SiC-Dioden reduzieren sich auf ein Viertel. Mit Alterungsraten unter $0,1\ \text{mA/h}$ werden bei $10\ \text{mW}$ optischer Ausgangsleistung cw-Lebensdauern von mehreren hundert Stunden erzielt.