

## HL 31 GaN: Bauelemente

Zeit: Samstag 15:00–16:30

Raum: TU P-N201

HL 31.1 Sa 15:00 TU P-N201

**Optimierung InGaN-basierter grüner LEDs** — ●D. FUHRMANN<sup>1</sup>, G. KLEWER<sup>1</sup>, C. NETZEL<sup>1</sup>, N. RIEDEL<sup>1</sup>, G. ADE<sup>2</sup>, P. HINZE<sup>2</sup>, U. ROS-SOW<sup>1</sup> und A. HANGLEITER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>TU Braunschweig, Inst. f. Techn. Phys., 38106 Braunschweig; d.fuhrmann@tu-bs.de — <sup>2</sup>Physikalisch Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig

Nitridbasierte grüne LEDs zeigen im Vergleich zu blauen LEDs deutlich geringere interne Quanteneffizienzen (IQE). Ursache dafür sind das grössere piezoelektrische Feld, damit verbunden eine geringere Oszillatorstärke sowie Probleme beim In-Einbau in die notwendigen In-reichen InGaN-Schichten. Mittels MOVPE wurden  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  DQW-Strukturen mit Emissionswellenlängen  $\lambda_{\text{Peak}}$  zwischen 450 und 530nm hergestellt. Der In-Einbau wurde dabei durch die Wachstumstemperatur  $T_{\text{QW}}$  gesteuert. Geringere  $T_{\text{QW}}$  führen zu einem erhöhten In-Einbau, und damit zu höheren  $\lambda_{\text{Peak}}$ . Bei 2nm breiten QWs konnte durch Absenken der Temperatur von 800°C auf 760°C  $\lambda_{\text{Peak}}$  von 450nm auf 510nm verschoben werden. Eine weitere Absenkung der Temperatur führte zur Bildung von In-clustern, sodass die weitere Erhöhung von  $\lambda_{\text{Peak}}$  nur mit breiteren QWs möglich war. AFM, TEM und REM zeigen die gute strukturelle Qualität aller Proben. PL-Messungen zeigen eine Verringerung der Intensität sowie eine Verbreiterung der QW-Emission mit steigendem  $\lambda_{\text{Peak}}$ . Ebenso kommt es zur Verringerung der IQE, bestimmt mittels temperatur- und leistungsabhängiger PL. Dennoch findet man  $\text{IQE} \geq 30\%$  für  $\lambda_{\text{Peak}} = 530\text{nm}$  (Vergleich:  $\lambda_{\text{Peak}} = 460\text{nm}$ ,  $\text{IQE} \geq 70\%$ ). Elektrische Messungen („on wafer“) liefern Werte von 2,5mW bei 20mA ( $\lambda_{\text{Peak}} = 460\text{nm}$ ) und lassen auch für grüne LEDs hohe Ausgangsleistungen erwarten.

HL 31.2 Sa 15:15 TU P-N201

**Mode dynamics in (Al,In)GaN laser diodes** — ●MARKUS PINDL<sup>1</sup>, ULRICH T. SCHWARZ<sup>1</sup>, MICHAEL FURITSCH<sup>2</sup>, ANDREAS LEBER<sup>2</sup>, ALFRED LELL<sup>2</sup>, and VOLKER HÄRLE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Regensburg, D-93040 Regensburg, Germany — <sup>2</sup>OSRAM Opto Semiconductors GmbH, Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg, Germany

Stable and well defined optical modes in laser diodes (LDs) are of major interest in the design of (Al,In)GaN lasers. Improper geometric properties of the waveguide can cause the appearance of higher lateral modes, unstable modes, mode filamentation, and beam-steering. A stable fundamental mode operation is essential for sophisticated applications like laser printers or optical data storage. We used a self-built scanning near-field microscope (SNOM) to investigate the mode behaviour of the LDs. To analyze the temporal dynamics, the SNOM has a time resolution of 5 ns. The SNOM measurements show the near-field of the optical mode directly on the facet of the LDs. To investigate effects like beam-steering, we also measured lateral cuts in the x/z plane directly in the middle of the propagating beam in a distance of  $0\text{ }\mu\text{m} - 20\text{ }\mu\text{m}$  to the laser facet. We found that the LDs suffer from filamentation, mode hopping, and beam-steering if the ridge width of the waveguide is wider than  $2\text{ }\mu\text{m}$ . The cuts of the propagating beam in the x/z plane show a tilting and, in some cases, also a splitting of the beam. Because the cuts of the propagating beams show not only the near-field of the optical mode, but also how the mode propagates in the free space, one can find informations about the phase in the near-field of the LD.

HL 31.3 Sa 15:30 TU P-N201

**Facet degradation of GaN heterostructure laser diodes** — ●THOMAS SCHOEDL<sup>1</sup>, ULRICH T. SCHWARZ<sup>1</sup>, VOLKER KÜMMER<sup>2</sup>, MICHAEL FURITSCH<sup>2</sup>, ANDREAS LEBER<sup>2</sup>, ANDREAS MILER<sup>2</sup>, ALFRED LELL<sup>2</sup>, and VOLKER HÄRLE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Angewandte und Experimentelle Physik, Universitätsstr. 31, 93053 Regensburg, Germany — <sup>2</sup>OSRAM Opto Semiconductors GmbH, Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg, Germany

We investigated the degradation of cleaved facets of (Al,In)GaN laser diodes on SiC substrate in different atmospheres. We found that operation in water-free atmospheres with sufficient oxygen shows a slow degradation. Operation in atmospheres with water vapor show a fast degradation and an oxidation on the facet. We provide a simple model to describe the development of this damage, which is a permanent damage to the laser diode and can't even be removed by heating the laser diode up to 200°C. If the laser diode is operated in pure nitrogen, we find a

thick deposition on the facet, which shows high absorption. This deposition can be removed by either high optical output powers or by operation in atmospheres with sufficient oxygen. We also explain the influence of these coatings to the degradation behavior and see this coatings as the reason for unstable kinks in the  $L-I$ -characteristics during operation.

HL 31.4 Sa 15:45 TU P-N201

**GaN basierte Lichtemitter – Vergleich von Homo- und Hetero-epitaxie** — ●S. FIGGE, J. DENNEMARCK und D. HOMMEL — Institut für Festkörperphysik, Universität Bremen

GaN basierte optoelektronische Bauelemente werden meist mittel Heteroepitaxie auf Substraten wie Saphir hergestellt, die Gitterfehlpassung führt jedoch selbst mit Techniken wie lateralem Überwachsen zu hohen Versetzungsdichten. Bisher existiert aber keine Wachstums-methode zur Herstellung von Volumenkristallen zur Waferproduktion. Dieser Engpass kann umgangen werden, indem dicke GaN-Schichten auf Saphir mittels Hydrid-Gasphasenepitaxie (HVPE) gewachsen werden.

In diesem Vortrag werden Laserstrukturen, die parallel auf Saphir- und HVPE-GaN-Substraten mittels metallorganischer Gasphasenepitaxie hergestellt wurden, auf ihre optischen und elektrischen Eigenschaften hin verglichen. Beide Strukturen wurden als Index-geführter Laser prozessiert, wobei die Struktur auf GaN-Substrat mit einem Rückseitenkontakt ausgeführt wurde. Es zeigt sich in der Photolumineszenz, dass die Intensität der Quantentröge auf GaN-Substrat um über eine Größenordnung stärker ist. Während die Strom-Spannungs-Kurven auf beiden Substraten vergleichbar sind, kann die Struktur auf GaN-Substrat bei wesentlich höheren Strömen betrieben werden, da die Wärme durch das GaN Substrat besser extrahiert werden kann. Es zeigte sich außerdem, dass die Facetten auf GaN Substrat durch Spalten der Struktur erzeugt werden können.

HL 31.5 Sa 16:00 TU P-N201

**AllInN-basierte elektronische und optoelektronische Bauelemente** — ●ARMIN DADGAR<sup>1</sup>, MARTIN NEUBURGER<sup>2</sup>, FABIAN SCHULZE<sup>1</sup>, JÜRGEN BLÄSING<sup>1</sup>, ANDRÉ KRITSCHIL<sup>1</sup>, HARTMUT WITTE<sup>1</sup>, ANNETTE DIEZ<sup>1</sup>, MIKE KUNZE<sup>3</sup>, INGO DAUMILLER<sup>3</sup>, ERHARD KOHN<sup>2</sup> und ALOIS KROST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Physik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Postfach 4120, 39016 Magdeburg — <sup>2</sup>University of Ulm, Department of Electron Devices and Circuits, Albert-Einstein-Allee 45, 89081 Ulm — <sup>3</sup>MicroGaN GmbH, Albert-Einstein-Allee 45, 89081 Ulm

Für elektronische (FET) und optoelektronische (RCLED, VCSEL) Bauelemente ist die Verwendung von AllInN aufgrund der Möglichkeit, dieses gitterangepaßt auf GaN zu wachsen, äußerst interessant. So sind von Al-reichen AllInN Schichten bei Verwendung in FETs hohe Polarisationsladungen aufgrund der hohen spont. Polarisation an der Grenzfläche zum GaN zu erwarten. Tatsächlich zeigen AllInN/GaN gegenüber Al-GaN/GaN FETs deutlich höhere 2D Ladungsträger- ( $> 2 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ ) und Leistungsdichten ( $> 4.4 \text{ W/mm}$ ). Durch die Veränderung der Verspannung des AllInN kann dabei der Anteil der piezoelektr. Polarisation so gewählt werden, daß sie die in diesem Material sehr starke spont. Polarisation verstärkt oder abschwächt, was sich in den 2D Trägerdichten widerspiegelt. Für Braggreflektoren ist dieses Material durch die Möglichkeit, verspannungsarm und somit im Gegensatz zum AlGaIn/GaN System rißfrei zu wachsen, sehr interessant. Wir zeigen rißfreie 40-fach AllInN/GaN Braggreflektoren mit hohen Reflektivitäten und diskutieren anhand von 10-fach Reflektoren den Einfluß der Prozeßführung auf die Reflektivität.

HL 31.6 Sa 16:15 TU P-N201

**Dynamic properties of blue (Al,In)GaN laser diodes** — ●ULRICH T. SCHWARZ<sup>1</sup>, MARKUS PINDL<sup>1</sup>, MICHAEL FURITSCH<sup>2</sup>, ANDREAS LEBER<sup>2</sup>, ANDREAS MILER<sup>2</sup>, ALFRED LELL<sup>2</sup>, and VOLKER HÄRLE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Angewandte und Experimentelle Physik, Universitätsstr. 31, 93053 Regensburg, Germany — <sup>2</sup>OSRAM Opto Semiconductors GmbH, Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg, Germany

While remarkable progress is being reported on blue laser diode lifetime and output power, information on dynamic properties of those laser diodes are rare. For most applications a kink-free operation up to several ten milliwatt optical output power is as critical as is the quality of the far-field intensity distribution. For direct modulation, i.e. pulsed operation, carrier dynamics and thermal budget will critically influence stability of

the optical output power and beam pointing stability. We demonstrate how to measure simultaneously the temporal evolution of near-field and far-field of blue laser diodes. From this information we extract the phase dynamics that causes beam steering. The importance of the carrier dynamics for beam instabilities is expressed in the relatively high value of the antiguiding factor of InGaN quantum wells, which was predicted in simulations including many-body effects and which was measured by means of the Hakki-Paoli method of gain spectroscopy.