

## Q 56 Festkörperlaser I

Zeit: Dienstag 16:30–18:45

Raum: HU 1072

Q 56.1 Di 16:30 HU 1072

**Erweiterung der Prozessgrenzen bei der Lasermaterialbearbeitung durch ein Oszillator-Verstärker-System hoher Strahlqualität und Pulsspitzenleistung** — ●ALEXANDER BINDER<sup>1</sup>, THOMAS RIESBECK<sup>2</sup> und HANS JOACHIM EICHLER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>LMTB GmbH, Schwarzschildstr. 8, 12489 Berlin — <sup>2</sup>TU Berlin, Str. des 17. Juni 135, 10623 Berlin

Aus der Halbleiterindustrie werden vermehrt Forderungen nach kostengünstigen Verfahren gestellt, die es ermöglichen, Bohrfelder mit einigen 1000 sog. vias zu fertigen. Die Materialdicken erreichen hier teilweise den cm-Bereich und Bohrlochdurchmesser unter 0,1 mm werden zunehmend verlangt. Mit herkömmlichen Fertigungsverfahren sind Bohrungen in diesem Tiefen/Durchmesser-Verhältnis nur mit hohem Zeitaufwand und enormen Kosten zu realisieren. Mit kurzgepulster Laserstrahlung wird das abzutragende Material direkt verdampft, wobei nur sehr geringe Schmelzbildung auftritt. Die gute Fokussierbarkeit grundmodiger Lasersysteme ermöglicht eine lokale Energieeinbringung ins Bauteil und minimiert dessen thermische Belastung. Der hier vorgestellte Laser ist ein Nd:YAG-Oszillator-Verstärkersystem mit einer mittleren Ausgangsleistung von bis zu 124 W bei einer Strahlqualität  $M^2 = 2,2$ . Durch die sehr gute Strahlqualität und die Langzeitstabilität des Systems sind Bohrfelder hoher Reproduzierbarkeit ebenso möglich, wie eine effiziente Frequenzkonversion. Es werden Beispiele zum Bohren mit hohem Aspektverhältnis und zum Hochgeschwindigkeitstrennen von Glas präsentiert.

Q 56.2 Di 16:45 HU 1072

**Gepulster Titan-Saphir Laser als flexible Lichtquelle** — ●DANIEL DEPENHEUER und THOMAS WALTHER — TU Darmstadt, Institut für angewandte Physik, Schlossgartenstr. 7, 64289 Darmstadt

Ein Titan-Saphir Laser lässt sich über einen grossen Bereich abstimmen. Verwendet man dazu noch nichtlineare optische Prozesse, die gerade bei gepulsten Lasern besonders effizient sind, so erhält man eine Lichtquelle, die über einen weiten Bereich abgestimmt werden kann. Um Summen- und Differenzfrequenzmischung mit dem Pumpuls zu ermöglichen, muss die Buildup-Zeit sehr konstant und einermassen kurz sein. Durch injection-seeding ist ein Betrieb in der Nähe des Fourierlimits möglich. Über das Design, den Aufbau und erste Tests eines solchen Systems wird berichtet.

Q 56.3 Di 17:00 HU 1072

**Aufbau und Charakterisierung eines Zweifrequenz-Ti:Saphir LASERS mit Nanosekundenpulsen** — ●CHRISTIAN SCHWAB und THOMAS WALTHER — TU Darmstadt, Institut für Angewandte Physik, Schlossgartenstrasse 7, 64289 Darmstadt

Vorgestellt wird ein als regenerativer Verstärker arbeitendes Ti:Saphir-System, das bei angestrebten Pulsenergien im Millijoule-Bereich und Repetitionsraten um 20 Hertz die Erzeugung von simultanen Nanosekunden-Pulsen zweier unterschiedlicher Wellenlängen ermöglicht. Im Vortrag werden die Eigenschaften des Lasersystems diskutiert.

Q 56.4 Di 17:15 HU 1072

**New crystals for Raman frequency conversion into the visible and near-IR regions** — ●HANS JOACHIM EICHLER<sup>1</sup>, GAD GAD<sup>2</sup>, HANJO RHEE<sup>1</sup> und ALEXANDER KAMINSKI<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institute of Optics, Berlin University of Technology, D-10623 Berlin, Germany — <sup>2</sup>Physics Department, Faculty of Sciences, Helwan University, Ain Helwan, Cairo, Egypt — <sup>3</sup>Institute of Crystallography, Russian Academy of Science, Leninsky prospect 59, 119333 Moscow, Russia

Stimulated Raman scattering SRS has been investigated with a mode-locked Nd:YAG laser with 110 ps single pulse width at 1064 nm wavelength. Efficient multiple Stokes and anti-Stokes single pass generation in 56 crystals produces about 1083 lines covering the whole visible and near-infrared spectrum from 403 to 1369 nm. All SRS wavelengths in the visible and near-infrared spectrum are attributed to Raman-active vibration modes of these crystals.  $BiB_3O_6$ ,  $Bi_4Ge_3O_{12}$ ,  $Bi_4Si_3O_{12}$ , AANP,  $C_{13}H_{10}O$ , GuZn-III and 4'-Nitrobenzylidene-3-Acetamino-4-Methoxyaniline crystals combine SRS and second harmonic generation in the same crystal and allow to efficiently shift the Nd:YAG laser emission to discrete lines in the visible.

Q 56.5 Di 17:30 HU 1072

**Cavity enhanced anti-Stokes Raman generation at 957 nm in  $Ba(NO_3)_2$**  — ●GAD GAD<sup>1</sup>, HANJO RHEE<sup>2</sup>, HANS JOACHIM EICHLER<sup>2</sup> und THOMAS RIESBECK<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physics Department, Faculty of Sciences, Helwan University, Ain Helwan, Cairo, Egypt — <sup>2</sup>Institute of Optics, Berlin University of Technology, D-10623 Berlin, Germany

Efficient anti-Stokes Raman generation based on  $Ba(NO_3)_2$  crystal pumped by a Nd:YAG laser with 10 ns pulse width and 186 mJ energy at 1064 nm wavelength has been demonstrated. A 105 mm plano-concave cavity was used to generate anti-Stokes Raman generation at 957 nm wavelength. Maximum conversion efficiency up to 6.4 % with about 12 mJ energy was observed. A 110 picosecond Nd:YAG laser in the single pass geometry resulted in high-order stimulated Raman scattering in the visible and near-IR region from 455 to 1197 nm. All observed Stokes and anti-Stokes have been attributed to the SRS-active vibration mode of about  $1047\text{cm}^{-1}$  of the  $Ba(NO_3)_2$  crystal.

Q 56.6 Di 17:45 HU 1072

**Stabilisierung eines single-mode laserdiodegepumpten Nd:YAG Lasers bis über die Relaxationsoszillationen** — ●MICHÈLE HEURS, TOBIAS MEIER, BENNO WILLKE und KARSTEN DANZMANN — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) und Universität Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

Monolithische laserdiodegepumpte Festkörperlaser eignen sich hervorragend als Strahlquellen für Präzisionsexperimente, z.B. als Lichtquelle für den Gravitationswellendetektor GEO600. Um die hohen Anforderungen zu erfüllen, müssen die guten intrinsischen Rauscheigenschaften durch aktive Stabilisierungen noch weiter verbessert werden. Frequenzstabilisierung mittels Rückkopplung auf den Laserdiode-Pumpstrom (current lock) ist dabei ein neuartiges Verfahren [1]. Bei geeigneter Pumpgeometrie bietet diese Technik prinzipiell die Möglichkeit, durch eine Regelung gleichzeitig Frequenz- und Leistungsschwankungen des Lasers signifikant zu unterdrücken. Ein single-mode laserdiodegepumpter NPRO wurde mittels current lock in seiner Frequenz stabilisiert, wodurch eine simultane Leistungsrauschunterdrückung von 30 dB erreicht wurde [2]. In diesem Vortrag werden neue Ergebnisse der Stabilisierung dieses Lasersystems bis über die Relaxationsoszillationsfrequenz präsentiert und Grenzen der Stabilisierung beleuchtet. [1]: Willke et al., Opt. Lett. 25, 1019-1021 (2000) [2]: Heurs et al., Opt. Lett. 29, 2148-2150 (2004)

Q 56.7 Di 18:00 HU 1072

**OPS-gepumpter Praseodym-Faserlaser** — ●ANDRÉ RICHTER, ERNST HEUMANN und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Es wird über einen Pr:ZBLAN Faserlaser bei 635nm berichtet, der erstmals durch eine frequenzverdoppelte, optisch gepumpte Laserdiode (OPS), bereitgestellt von der Firma Coherent Lübeck GmbH, angeregt wurde. Die Pumpwellenlänge von 479,5nm weist einen großen Überlapp mit einem Absorptionsmaximum des Praseodyms auf, so dass nahezu die gesamte Pumpleistung absorbiert wird. Die maximale Pumpleistung beträgt 220mW mit einer Strahlqualität von  $M^2 \sim 1,1$ . Die in den Laserexperimenten verwendeten ZBLAN-Fasern sind mit 1000 bzw. 2000 ppm Praseodymionen dotiert. Sie sind 20cm lang und haben einen Kerndurchmesser von  $6\mu\text{m}$  bzw.  $3\mu\text{m}$ . Auf einer Endfläche wurde jeweils ein für 635nm hochreflektierender Spiegel aufgebracht. Die maximal erreichte Ausgangsleistung am nicht verspiegelten Ende liegt bei 65mW. Der differentielle Wirkungsgrad bezogen auf die Leistung vor der Fokussierlinse und die Laserschwelle liegen bei 41,5 % bzw. 49,7mW. Die Pumpstrahlung wird in der 2000-ppm-Faser fast vollständig ( $\sim 99\%$ ) über die gesamte Länge absorbiert, während die 1000-ppm-Faser rund 92% absorbiert hat. Die Ausgangsleistung wies pumpquellenbedingt nur geringe Schwankungen auf.

Q 56.8 Di 18:15 HU 1072

**Mehrfarbig emittierender upconversion Pr,Yb-ZBLAN Faserlaser** — ●HELLMIG ORTWIN, SALEWSKI STEFAN, ARNOLD STARK, PETER E. TOSCHEK, VALERI M. BAEV und KLAUS SENGSTOCK — Institut für Laserphysik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Pr,Yb-dotierte Faserlaser erzeugen bei Anregung mit einem Dioden-

laser bei 800 nm bis 880 nm ein breites Fluoreszenzspektrum im Sichtbaren. Bereits bei einer eingekoppelten Pumpleistung von weniger als 20 mW wird Inversion zwischen dem oberen Laserzustand und 6 anderen tieferliegenden Zuständen erreicht. Durch Verwendung spezieller Resonatorkonfigurationen kann neben einfarbiger auch mehrfarbige Laseremission im Spektralbereich von 492 nm bis 717 nm erreicht werden. Zwei Stullelementen im Resonator erlauben die Steuerung gleichzeitiger Laseremission auf drei verschiedenen Wellenlängen. Die Farbgewichtung kann beliebig eingestellt werden. Verschiedene Kombinationen dreifarbig-er Laseremissionen bei 492 nm, 521 nm, 605 nm, 635 nm und 717 nm werden vorgestellt.

Q 56.9 Di 18:30 HU 1072

**Tailored Pulse Trains from a Mode-Locked SBS-Laser for Materials Processing Purposes** — •PHILIP KAPPE, MARTIN OSTERMEYER, and RALF MENZEL — University of Potsdam/ Institute of Physics/ Chair of Photonics/ Am neuen Palais 10/ 14469 Potsdam

We present a Nd:YAG-laser simultaneously emitting pulse structures on microsecond, nanosecond and picosecond timescales. Within a pump pulse of several 100  $\mu$ s duration a non-linear mirror based on stimulated Brillouin scattering (SBS) generates several Q-switch pulses. The phase conjugating effect of the SBS-reflector also provides a compensation of phase distortions generated inside the laser rod, resulting in transverse fundamental mode operation. Additional acousto-optic loss modulation inside the resonator leads to mode-locking. As a result each Q-switch pulse is subdivided into several picosecond pulses [1].

The temporal output parameters of the laser such as pulse duration, pulse separation and number of pulses per pulse train as well as pulse energies can be easily adjusted by varying the pump parameters and the resonator loss. Energies of up to 2 mJ for the mode-locked pulses with durations between 220 and 800 ps are demonstrated. The wide variability of the laser's temporal output parameters as well as its high beam quality make it a splendid tool for fundamental research in laser materials processing.

[1] P. Kappe, M. Ostermeyer, R. Menzel, Active Mode-Locking of a Phase Conjugating SBS-Laser-Oscillator, accepted for publication in Appl. Phys B.