

Q 18: Laser Development: Solid State Lasers II

Time: Tuesday 14:00–16:00

Location: F 128

Q 18.1 Tu 14:00 F 128

Numerical investigation of a pulsed loop oscillator injection seeded via gain gratings — ●ROBERT ELSNER, ROLAND ULLMANN, and MARTIN OSTERMEYER — Institute for Physics and Astronomy, University of Potsdam, Karl-Liebknecht-Str. 24/25, 14476 Potsdam, Germany

We present a model of a pulsed loop oscillator that is coupled to a seed laser via gain grating inside a Nd:YAG rod. Such a loop oscillator emits short pulses due to a passive Q-switch realized by the transient diffraction efficiency of the gain grating. Because the gain grating's position is not fixed it can compensate for fluctuations of the resonator length and thus should be applicable for frequency stabilization. Thus the scheme has the potential for spectrally stable pulsed operation without the need for any active stabilization circuit when coupled to a frequency stable master. A set of nonlinear wave equations, their respective boundary conditions and rate equations are used for the numerical model. Numerical calculations are presented and options to reach a spectrally resolved solution within such a model are discussed.

[1] M. J. Damzen et al., Opt. Lett. 20, 1704- (1995)

[2] P. Sillard et al., IEEE J. Quantum Electron. 34, 465*472 (1998)

Q 18.2 Tu 14:15 F 128

Untersuchung des Modensprungverhaltens eines longitudinal gepumpten, passiv gütegeschalteten Nd:YAG-Lasers — ●THOMAS HÜLSENBUSCH¹, TINO LANG¹, MATHIAS ERNST¹, SANDRA MEBBEN¹, RAJAT MARWAH¹, CHRISTIAN KOLLECK^{1,2}, JÖRG NEUMANN^{1,2} und DIETMAR KRACHT^{1,2} — ¹Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, D-30419 Hannover, Germany — ²Centre for Quantum-Engineering and Space-Time Research - Quest, Welfengarten 1, D-30167 Hannover, Germany

Für spektroskopische Messverfahren, wie zum Beispiel der Ramanspektroskopie, aber auch für die Erzeugung von freien Ionen oder Molekülen in der Massenspektrometrie haben sich in den letzten Jahren Lasersysteme mit möglichst kurzen Wellenlängen als vorteilhaft erwiesen. Passiv gütegeschaltete Laser eignen sich dabei aufgrund ihrer hohen Pulsenergien im mJ-Bereich bei gleichzeitig kurzen Pulslängen von wenigen ns zur nichtlinearen Frequenzvervielfachung in den grünen bzw. ultravioletten Spektralbereich. Ein Nachteil dieser Lasersysteme ist jedoch, dass aufgrund von Modensprüngen starke Energiefluktuationen auftreten können, die durch die anschließende Frequenzvervielfachung entsprechend verstärkt werden. Wir präsentieren und diskutieren die Ergebnisse umfangreicher Messungen bezüglich des Modensprungverhaltens eines passiv gütegeschalteten Nd:YAG Laseroszillators, in Abhängigkeit von diversen Parametern, wie zum Beispiel der Resonatorlänge, der Kristalltemperatur, sowie für unterschiedliche Auskoppelgrade des Oszillators, Anfangstransmissionen des sättigbaren Absorbers und Pumpstrahlfokussierung.

Q 18.3 Tu 14:30 F 128

Laser emission saturation in a small mode volume organic microcavity — ●ROBERT BRÜCKNER, MARTIN TEICH, MARKAS SUDZIUS, HARTMUT FRÖB, VADIM LYSSENKO, and KARL LEO — Institut für Angewandte Photophysik, George-Bähr-Str. 1, 01069 Dresden, Germany

We investigate a high finesse organic microcavity (MC) (21 layer DBR of TiO₂ and SiO₂, $\frac{\lambda}{2}$ -layer of Alq₃ doped with 2wt% DCM) under different pumping conditions using femtosecond pulses. We show that lasing saturation occurs in a small mode volume organic microcavity due to the limited number of excitable molecules per mode. On the one hand, a pumping wavelength of 400 nm is used to excite Alq₃ molecules with a subsequent transfer of the energy to DCM molecules via Förster-transfer. On the other hand, we pump the laser dye DCM directly to its absorption band (around 500 nm). In this case, a saturation of the output power is observed due to the finite number of DCM molecules in the mode volume. In contrast, the saturation of the output power occurs at much higher excitation levels if Alq₃ is pumped since the number of molecules is 50 times larger. A modified set of rate equations is applied to obtain a theoretical description of the lasing dynamics. These equations provide a basis to describe the occurrence of saturation at high excitation levels in dependence of the excitation pulse width, the number of excited molecules in the mode

volume, and the spontaneous emission factor β .

Q 18.4 Tu 14:45 F 128

Photoleitfähigkeit Yb-dotierter Lasermaterialien bei hohen Inversionsdichten und ihr Einfluss auf hoch Yb-dotierte Scheibenlaser — ●ULRIKE WOLTERS, SUSANNE T. FREDRICH-THORNTON, KLAUS PETERMANN und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg

Ytterbium lässt als dreiwertiges, aktives Ion in oxidischen Lasermaterialien aufgrund seines einfachen Energieniveauschemas keine internen Verlustprozesse wie Kreuzrelaxation oder Upconversion erwarten. Dennoch sind in Photoleitfähigkeitsmessungen freie Ladungsträger in Yb-dotierten Einkristallen nachgewiesen worden, die bei Bestrahlung mit der Pumpwellenlänge von 940 nm erzeugt werden. Die gemessene Photoleitfähigkeit zeigt eine nichtlineare Abhängigkeit von der Dichte angeregter Ionen, sodass als Ursache ein Upconversionmechanismus angenommen wird, der Ladungsträger in ein stromführendes Band anhebt.

Es wird die Rolle von transienten sowie durch geeignete Kodotierung stabilisierten Yb²⁺-Ionen in Hinblick auf die Photoleitfähigkeit Yb-dotierter Kristalle diskutiert.

Die Existenz eines Upconversionprozesses legt Auswirkungen auf den Laserbetrieb bei hohen Inversionsdichten nahe. Die tatsächlich beobachteten Verluste in Yb-dotierten Scheibenlasern zeigen ähnliche Abhängigkeiten von Anregungsdichte und Dotierungskonzentration wie die Photoleitfähigkeit. Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass eine Korrelation beider Phänomene vorliegt.

Q 18.5 Tu 15:00 F 128

Diodengepumpter und wellenlängenstabilisierter Ho:YAG Hochleistungslaser — ●SAMIR LAMRINI^{1,2}, PHILIPP KOOPMANN¹, KARSTEN SCHOLLE¹, PETER FUHRBERG¹ und MARTIN HOFMANN² — ¹LISA laser products OHG, Max-Planck-Straße 1, 37191 Katlenburg — ²Lehrstuhl für Photonik und Terahertztechnologie, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, 44810 Bochum

Gepulste Lasersysteme im Wellenlängenbereich um 2100 nm sind aufgrund ihrer Eigenschaften vielfältig einsetzbar, z. B. in der Medizin oder Messtechnik. Desweiteren dienen gepulste Ho:YAG Laser zur Anregung von optisch parametrischen Oszillatoren für die nichtlineare Frequenzkonversion in den mittelinfraroten Wellenlängenbereich. Konventionelle Puls laser um 2100 nm basieren auf blitzlampengepumpten kodotierten Kristallen (z.B. Cr,Tm,Ho:YAG), deren Gesamteffizienz jedoch auf Grund der notwendigen Energiemigrations- und des Thulium-Kreuzrelaxationsprozesses sehr gering ist. Wir präsentieren einen Ho:YAG Hochleistungslaser, der erstmalig mithilfe eines GaSb-basierten Laserdiodenstacks resonant gepumpt wird. Dabei wurde eine maximale Ausgangsleistung von 46 W und ein differentieller Wirkungsgrad von 62 % erzielt. Desweiteren wurde mithilfe eines Volumen Bragg Gitters als Auskopppler die Laserwellenlänge auf 2096 nm stabilisiert. Mit dem stabilisierten Laser wurden eine maximale Ausgangsleistung von 15 W und ein differentieller Wirkungsgrad von 37 % erreicht. Mithilfe eines akusto-optischen Modulators wurden Experimente zur Güteschaltung durchgeführt. Die erzielten Pulsenergien und -längen betragen 6,2 mJ und 180 ns bei einer Pulswiederholrate von 250 Hz.

Q 18.6 Tu 15:15 F 128

Passiv modengekoppelte, 888 nm gepumpte Nd:YVO₄ Hochleistungsozillatoren — ●CHRISTOPH SCHÄFER, RICHARD WALLENSTEIN und JOHANNES A. L'HUILLIER — Photonik-Zentrum Kaiserslautern e.V., 67661 Kaiserslautern

Lasersysteme, die Pikosekunden-Impulse mit hoher Impulsenergie emittieren, haben sich in den letzten Jahren als Präzisionswerkzeug auf dem Gebiet der Laser-Mikromaterialbearbeitung etabliert. Die Basis Komponente derartiger Laserstrahlquellen bilden dabei häufig passiv modengekoppelte Nd:YVO₄ Masteroszillatoren. Ein kompakter und effizienter Nd:YVO₄ Hochleistungsozillator basierend auf einer optimierten optischen Anregung des verwendeten Lasermaterials bei 888 nm wurde bereits realisiert. Wir demonstrieren durch ein optimiertes Resonatordesign in einer sogenannten „Gain-at-the-End“-Konfiguration, dass durch den Einfluss des Spatial-Hole-Burning (SHB) eine signifikante Reduzierung der zeitlichen Impulsdauer 888 nm gepumpter Nd:YVO₄ Oszillatoren möglich ist. Die experimentellen Ergebnisse

bestätigen, dass die zeitliche sowie spektrale Breite der emittierten ps-Laserimpulse dabei im wesentlichen durch die Stärke des SHB bestimmt wird, welches die spektrale Verstärkungsdispersion des aktiven Mediums teilweise kompensiert. Ein Einfluss der Länge des aktiven Mediums auf den impulsverkürzenden SHB-Mechanismus wurde nachgewiesen. Als Ergebnis des optimierten Laserdesigns präsentieren wir einen passiv modengekoppelten, TEM₀₀, 100 MHz Hochleistungsoszillator mit einer mittleren Ausgangsleistung von 32 W und einer zeitlichen Impulsdauer von 14 ps.

Q 18.7 Tu 15:30 F 128

Multiple active mirror concept for high energy short-pulse lasers — ●MARKUS LOESER, FRANZISKA KROLL, FABIAN RÖSER, MATHIAS SIEBOLD, ULRICH SCHRAMM, and ROLAND SAUERBREY — Forschungszentrum Dresden-Rossendorf e.V., Dresden, Germany

Ytterbium-doped gain media are preferably utilized in high-energy, diode-pumped lasers due to their comparably long fluorescence lifetime, absence of excited state absorption, and quenching effects. Despite exhibiting a low quantum defect, thermal lensing and stress birefringence within the amplifying medium limits the maximum repetition rate of large aperture lasers. Furthermore, the quasi-three-level scheme of Yb³⁺ leads to re-absorption losses at room temperature especially when operating at low fluences. Here, we present a novel approach combining longitudinal cooling of a disk-laser design with the energy storage capability of a rod amplifier. Therefore, a multiple active mirror amplifier is presented for improved optical-to-optical conversion efficiency and reduced thermally induced aberrations at high repetition rates. Multi-passing both pump and extraction beams through the gain medium, which is well known from thin-disk lasers, also reduces the re-absorption losses. However, energy scaling of a single thin-disk design is limited by parasitic lasing due to a high aspect ratio between longitudinal and transverse gain. We also introduce simulation results

on a multiple active mirror short-pulse amplifier employing various Ytterbium-doped gain media such as Yb:YAG, Yb:CaF₂, Yb:glass, and Yb:silica. Furthermore, time resolved measurements of thermally induced aberrations at pulse-pumped operation are illustrated.

Q 18.8 Tu 15:45 F 128

A cryogenic Ti:sapphire single-pass amplifier for short pulses at high repetition rates — ●ANDREAS VERNALEKEN¹, AKIRA OZAWA¹, TORSTEN MANS², PETER RUSSBUELDT², THEODOR W. HÄNSCH¹, PETER HOMMELHOFF¹, and THOMAS UDEM¹ — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching — ²Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen

Our group has demonstrated a phase-stable, cryogenically cooled Ti:sapphire single-pass amplifier [1]. We will review these initial experiments at pump powers of up to 18W. As the achievable gain in our experiments was ultimately limited by the available pump power, we are currently investigating the feasibility of using the frequency-doubled output of a recently developed pulsed Yb:YAG Innoslab high power amplifier [2] (500MHz repetition rate, 700fs pulse duration, 400W average power) at a wavelength of 515nm as a quasi-cw pump laser for our single-pass amplifier. To this end, we optimized both the length and the doping level of the Ti:sapphire crystal for the expected pump power (several tens of Watts) according to a numerical model [3]. We will present first results of our investigations with this new pulsed high power pump laser and discuss possible applications such as high harmonic generation and other highly non-linear effects at repetition rates on the order of 100MHz.

[1] Ozawa et al., *New J. Phys.* **11**, 083029 (2009)

[2] Russbueldt et al., *Opt. Express* **17**, 12230 (2009)

[3] Ozawa et al., in preparation