

Q 11: Laserentwicklung (Festkörperlaser II / Andere Laserquellen)

Zeit: Dienstag 8:30–10:30

Raum: 3H

Q 11.1 Di 8:30 3H

Eine verstimmbare Dauerstrich-Laserlichtquelle geringer Linienbreite bei 546 nm mit einer Ausgangsleistung von 4 W realisiert durch externe Frequenzverdoppelung eines Ytterbium-dotierten einmodigen Faserlasersystems — ●FRANK MARKERT, MARTIN SCHEID, DANIEL KOLBE und JOCHEN WALZ — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, Staudingerweg 7, D-55128 Mainz, Germany

In diesem Vortrag wird eine kohärente kontinuierliche Hochleistungs-Lichtquelle bei 545,5 nm vorgestellt [1]. Wir verwenden 8,3 W Laserlicht eines Ytterbium-dotierten einmodigen Faser-Oszillator/Verstärker-Systems als Eingangsleistung in einen externen Frequenzverdopplungsresonator. Dieser Aufbau liefert bis zu 4,1 W stabile grüne einfrequente Laserstrahlung, die über einen Bereich von ± 95 GHz um die Zentralwellenlänge durchgestimmt werden kann. Eine Jod-Absorptionsspektroskopie über den vollen verstimmbaren Bereich des Faserlasers und Sättigungsspektroskopie an einer starken Jodlinie des dopplerverbreiterten Spektrums dienen zur Charakterisierung des Lasersystems.

[1] F. Markert, M. Scheid, D. Kolbe, and J. Walz, *Optics Express* **15**, 14476-14481 (2007).

Q 11.2 Di 8:45 3H

Towards a compact high-average-power femtosecond supercontinuum source — FELIX HOOS¹, ●BERND BRAUN², and HARALD GIESSEN¹ — ¹4. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart — ²FH Nürnberg

In this talk we will present a way towards a cost effective, compact, and highly efficient pump source for high-average-power femtosecond supercontinuum lasers.

Supercontinuum sources have become an important tool for measurements and experiments in various fields of science. There are many experiments for which it is desirable to have a controllable spectral power over a wide wavelength range, e.g., for white light interferometry with low reflective samples, spectroscopy over a wide wavelength range or pump-probe experiments with pump and probe light being extracted from the supercontinuum. Especially for the latter case it might also be important to provide femtosecond pulses for improved temporal resolution. Currently, commercial supercontinuum systems are available with average powers in the order of several watts based on nonlinear fibers pumped by pico- or nanosecond sources. However, until now there exist to our knowledge no high average power femtosecond supercontinuum sources.

We will present our approach for a suitable pump laser for supercontinuum generation based on Yb:KGW in a slab geometry which is pumped by a single laser diode resulting in an average power of several watts. We will discuss the heat removal in the case of a slab geometry of the laser crystal as well as the influence of thermal effects.

Q 11.3 Di 9:00 3H

Photoleitungsmessungen zur Identifizierung nicht-linearer Verluste in hoch-dotiertem Yb:YAG — ●CHRISTIAN HIRT, SUSANNE TERUKO FREDRICH-THORNTON, FRIEDJOF TELLKAMP, KLAUS PETERMANN und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Yb-dotierte Oxide werden häufig in Hochleistungslasern verwendet, da aufgrund ihres einfachen Energieniveauschemas interne Verlustprozesse wie Kreuzrelaxation, Up-conversion und ESA nicht zu erwarten sind.

Scheibenlaserexperimente an hochdotiertem Yb:YAG zeigten jedoch, dass nicht-lineare Verlustprozesse auftreten, die abhängig von der Dotierungskonzentration und Anregungsdichte die Lasertätigkeit stark einschränken und bei Konzentrationen über 15% einen Scheibenlaserbetrieb sogar unmöglich machen.

Photoleitungsmessungen zeigen, dass ein Up-conversion Mechanismus von angeregten Yb-Ionen existiert, über den Elektronen in das Charge Transfer Band gelangen. Ein Model für diesen Up-conversion Prozess wird vorgestellt, und der Zusammenhang mit den im Scheibenlaser beobachteten Verlusten wird diskutiert.

Q 11.4 Di 9:15 3H

Hocheffizienter Yb:Lu₂O₃-Scheibenlaser — ●RIGO PETERS,

CHRISTIAN KRÄNKEL, KLAUS PETERMANN und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg

Aufgrund der herausragenden thermomechanischen Eigenschaften des Wirtskristalls und des bekannt geringen Quantendefektes von Yb³⁺ ist Yb:Lu₂O₃ ein hervorragend geeignetes Material für Hochleistungs-Festkörperlaser im Bereich um 1 μ m. Durch die Verwendung dünner Kristallscheiben im Scheibenlaserkonzept lassen sich prinzipiell Ausgangsleistungen von mehreren kW pro Scheibe erzielen.

In Laserexperimenten wurden hochreine Kristalle mit einer Dotierung zwischen 1 at.% und 10 at.%, sowie Scheibendicken zwischen 0,08 mm und 0,45 mm untersucht. Für einen 0,15 mm dicken, 5 at.%-dotierten Kristall konnte für die maximale Pumpleistung von 49,8 W bei 976 nm eine Laserausgangsleistung von 36,3 W bei 1034 nm und einem differentiellen Wirkungsgrad von 80% erzielt werden. Der dabei erreichte optisch-zu-optische Wirkungsgrad von 73% übertrifft damit den des am häufigsten in Hochleistungsscheibenlasern verwendeten Materials Yb:YAG deutlich [1].

Bis zu einer Yb-Konzentration von 5 at.% konnte keine Beeinflussung der Lasereffizienz durch die Scheibendicke oder Dotierhöhe beobachtet werden. Dies verdeutlicht die gleich bleibend sehr hohe optische Qualität der Kristalle in den unterschiedlichen Zuchten und zeigt das große Potential von Yb:Lu₂O₃ für zukünftige Hochleistungsanwendungen.

[1] A. Giesen et al., *Photonics Spectra* **41**, 52-58 (2007)

Q 11.5 Di 9:30 3H

Efficient cw Thin Disk Laser Operation of Yb:Ca₄YO(BO₃)₃ with 20W Output Power — ●CHRISTIAN KRÄNKEL, RIGO PETERS, KLAUS PETERMANN, and GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg

We report on continuous-wave (cw) laser operation with Yb(15 at.%):Ca₄YO(BO₃)₃ (Yb:YCOB) exceeding 20 W of output-power in the thin disk laser setup.

50% of optical-to-optical efficiency at a slope efficiency of more than 60% were realized in E || X-polarization. A tuning range of 95 nm with high output powers could be obtained.

Furthermore, applying the pinhole method the fluorescence lifetime was determined to be 2.2 μ s.

The obtained results revealed that Yb:YCOB is a promising candidate for the generation of very short pulses at high pulse energies in the thin disk laser setup.

Q 11.6 Di 9:45 3H

Novel approach for mode-selective polarization measurement and its application in few-mode fiber amplifier systems — ●NIKLAS ANDERMAHR¹, THOMAS THEEG¹, and CARSTEN FALLNICH² — ¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany — ²Institut für Angewandte Physik - WWU Münster, Corrensstraße 2, 48149 Münster, Germany

In the field of high-power fiber amplifiers large core diameters are of advantage to reduce the power density. However, these fibers often loose pure single transverse mode behavior. A better understanding of the propagation and interaction of higher order modes (HOMs) can help either to suppress or to use them.

We present a polarization-sensitive measurement of HOMs from a few-mode optical fiber using a three-mirror ring resonator. Measuring the power fraction as well as the polarization state we analyze a few-mode fiber amplifier system and show that the HOMs prefer orthogonal polarization states. This is explained, as the fiber modes thereby maximize the overlap of the intensity profile with the gain region.

Q 11.7 Di 10:00 3H

Erhöhung der Effizienz eines Er:ZBLAN Faserlasers bei 546 nm — ●FLORIAN ENGEL, ORTWIN HELLMIG, KLAUS SENGSTOCK und VALERI BAEV — Institut für Laserphysik, Universität Hamburg

Ein Er:ZBLAN upconversion Faserlaser bei 546 nm wird durch eine zweistufige Anregung mit einer Laserdiode bei 975 nm optisch gepumpt. Bei dieser Anregung wird zusätzlich ein Zwischenniveau ⁴I_{13/2} mit einer Lebensdauer von ca. 10 ms bevölkert, was die Effizienz des Lasers bei 546 nm senkt. Dieses Problem lässt sich durch die Abregung dieses Niveaus mit einem zusätzlichen IR-Laserbetrieb bei ca. 1,6 μ m beseitigen. Es wurde gezeigt, dass die zusätzliche Laseremission bei 1,556 μ m eine bessere Unterstützung für die grüne Emission liefert

als die Laseremission bei $1,536\ \mu\text{m}$. Dabei konnte die Reduzierung der Laserschwelle bei $546\ \text{nm}$ um 60% und die Erhöhung der Leistung um 35% demonstriert werden. Mit einer $1000\ \text{ppm}$ Er-dotierten $50\ \text{cm}$ ZBLAN-Faser wurde bei einer absorbierten Pumpleistung von ca $20\ \text{mW}$ eine Leistung von $1,15\ \text{mW}$ bei $546\ \text{nm}$ erreicht.

Die entwickelte Methode ist nicht nur auf Faserlaser beschränkt und bietet deshalb auch für andere Er-dotierten Festkörperlaser eine Möglichkeit, die Effizienz zu steigern.

Q 11.8 Di 10:15 3H

Fourier Domain Mode Locked (FDML) Laser mit hochgradig linearer Frequenz-Zeit Abstimmcharakteristik — ●CHRISTOPH EIGENWILLIG, BENJAMIN BIEDERMANN, GESA PALTE und ROBERT HUBER — Lehrstuhl für biomolekulare Optik, Fakultät für Physik, LMU München

Die optische Kohärenztomographie (OCT) [1] stellt ein optisches Bildgebungsverfahren mit zahlreichen biomedizinischen Anwendungen dar. Mit dem Ziel höherer Abtastraten werden zunehmend

schmalbandige, wellenlängenabstimbare Laser-Quellen eingesetzt. Dabei konnte durch den Einsatz von FDML-Lasern die OCT-Abbildungsgeschwindigkeit um das 100 bis 1000-fache gesteigert werden [2]. FDML Laser erreichen Abstimmraten von $370\ \text{kHz}$, instantane Linienbreiten von $50\ \text{pm}$ und optische Abstimmbereiche von über $150\ \text{nm}$ bei $1300\ \text{nm}$. Da in OCT Anwendungen zur Extraktion der tiefenabhängigen Streuintensität die Messwerte in einem äquidistanten Frequenzraster vorliegen müssen, wäre eine Lichtquelle mit einer nahezu perfekt linearen Frequenz-Zeit Abstimmcharakteristik wünschenswert, jedoch konnten bisherige abstimbare Laser- und Spektrometer-Anordnungen für OCT keine ausreichende Linearität erreichen. Es wird ein FDML-Laser mit hochgradig linearem Abstimmverhalten vorgestellt, verschiedene Strategien zur hochgenauen Linearisierung diskutiert und die Anwendung dieses Lasers für die OCT-Bildgebung demonstriert.

1. Huang D. et al. Science 254:1178-1181 (1991).
2. Huber R. et al. Optics Express 14:3225-3237 (2006).