

Q 22: Laser development: Solid state lasers I

Time: Tuesday 11:00–12:30

Location: F 142

Q 22.1 Tue 11:00 F 142

High power 2.4 mJ Thulium-doped large-pitch fiber oscillator — ●FABIAN STUTZKI¹, FLORIAN JANSEN¹, CESAR JAUREGUI¹, JENS LIMPERT^{1,2}, and ANDREAS TÜNNERMANN^{1,2,3} — ¹Institute of Applied Physics, Abbe Center of Photonics, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Albert-Einstein-Str. 15, 07745 Jena, Germany — ²Helmholtz-Institute Jena, Fröbelstieg 3, 07743 Jena, Germany — ³Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering, Albert-Einstein-Str. 7, 07745 Jena, Germany

Fiber lasers offer high average powers, near diffraction-limited beam qualities, high efficiencies and simple configurations. Therefore, they are the ideal tool for many laser applications. Nowadays, several biological, medical, spectroscopic and military applications demand for wavelengths in the near-infrared region, which are not directly accessible with well-established Ytterbium-based fiber technology. Therefore, the research interest has shifted to new dopands like Thulium, which allow for laser radiation around 2 μm . In this contribution, we report on a high pulse energy and high average power Q-switched Tm-doped fiber oscillator. The oscillator produces 2.4 mJ pulses with 33 W average power and nearly diffraction-limited beam quality. The pulse duration of 15 ns results in a pulse peak power of more than 150 kW, which is a new record for Tm-based fiber oscillators. This performance is enabled by a Tm-doped large-pitch fiber, which allows for large core diameters in combination with effective single-mode operation. We will discuss further scaling capabilities and limitations of Tm-based ultrafast fiber lasers.

Q 22.2 Tue 11:15 F 142

Er:YAG-Laser bei 1645 nm zum Spurengasnachweis — ●CASEY SCHUETT¹, HARO FRITSCHÉ¹, OLIVER LUX¹, XIN WANG¹, ZHIGANG ZHAO¹, WOLFGANG GRIES² und HANS JOACHIM EICHLER¹ — ¹Institut für Optik und Atomare Physik, TU Berlin, Str. des 17. Juni 135, 10623 Berlin — ²DirectPhotonics Industries GmbH, Max-Planck-Str. 3, 12489 Berlin

Resonant gepumpte, augensichere Er:YAG-Laser bei 1645 nm stellen vielversprechende Laserquellen für LIDAR-Anwendungen dar. Verschiedene Er:YAG-Lasersysteme wurden sowohl im kontinuierlichen, als auch im gütegeschalteten Betrieb aufgebaut. Resonantes Pumpen zeichnet sich durch eine hohe Quanteneffizienz aus und kann bei einer Pumpwellenlänge von 1455 nm, 1470 nm oder 1532 nm erreicht werden. Es handelt sich hierbei um einen Quasi-Zwei-Niveau-Laserprozess, welcher zu einer Ausgangsstrahlung bei 1617 nm oder 1645 nm führt. Als Pumpquelle dienen InP-basierte, wellenlängenstabilisierte Hochleistungs-Diodenlasermodule von DirectPhotonics (DPI) mit einer Linienbreite besser als 0,2 nm bei geringem Strahlparameterprodukt. Somit konnten eine kontinuierliche Ausgangsleistung von über 2,5 W, sowie Pulsenergien von 6,6 mJ erreicht werden. Die Frequenzstabilität ist sowohl im kontinuierlichen, als auch im Pulsbetrieb geringer als 100 MHz. Die verschiedenen Er:YAG-Lasersysteme wurden hinsichtlich ihrer Eignung zum Spurengasnachweis untersucht. Dazu wurden Methan-Absorptionsmessungen bei verschiedenen Drücken im Bereich von 1 bis 400 mbar mittels einer Multipass-Zelle durchgeführt.

Q 22.3 Tue 11:30 F 142

Diode-Pumped Broad-Band Joule-Class Yb:CaF₂ Laser Amplifiers — ●JOACHIM HEIN^{1,2}, JÖRG KÖRNER^{2,3}, DIETHARD KLÖPFEL², REINHARD SEIFERT¹, HARTMUT LIEBETRAU², MARTIN KAHLE¹, THOMAS TÖPFER^{3,4}, and MALTE KALUZA^{1,2} — ¹Helmholtz-Institut Jena, Fröbelstieg 3, 07743 Jena — ²Institut für Optik und Quantenelektronik, FSU Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena — ³Lastronics GmbH, Winzerlaer Straße 2, 07745 Jena — ⁴Hellma Materials GmbH, Moritz-von-Rohr-Straße 1, 07745 Jena

We report on the development of a burst mode laser system based on the active material Yb:CaF₂. Despite the advantageous characteristics of this material for diode-pumped femtosecond pulse amplification the low achievable gain requires a high energy density of the extraction beam, a well homogenized pump radiation, many extraction passes, and preferably low temperatures of the gain material. This is solved by a novel multipass architecture, energy extraction by a burst of pulses instead of a single pulse, and cryogenic cooling with liquid nitrogen. Laser simulation and the analysis of a couple of multipass schemes

are presented. Starting with nJ pulses from a femtosecond oscillator a chain of three amplifiers boosts the energy of a burst of 50-500 pulses to the Joule level. Amplifiers are operated by pumping with laser diodes of 20 kW peak power at 10 Hz. This burst pulse structure is suitable for several experiments for instance in combination with pulsed accelerators. Nowadays Yb:CaF₂ crystals can be produced at very large sizes and high optical quality. Based on the reported schemes even larger laser systems that enter the kJ range are imaginable.

Q 22.4 Tue 11:45 F 142

Kanalwellenleitung in Fs-Laser-strukturierten Nd:LuAG-Dünnschichten — ●GUNNAR JUST, SEBASTIAN HEINRICH, SEBASTIAN MÜLLER, SVEN WAESSELMANN, CHRISTIAN KRÄNKEL und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg

Die Kanalwellenleitergeometrie ist vielversprechend im Hinblick auf die Entwicklung kompakter und effizienter Lasersysteme. Seltenerd-dotierte Lu₃Al₅O₁₂-Wellenleiter stellen schmalbandige Emissionslinien und eine hohe optische Verstärkung in Aussicht. Mit dem Pulsed Laser Deposition Verfahren (PLD) wurden 2 μm dicke, einkristalline Nd(0,5 at.%):Lu₃Al₅O₁₂-Schichten (Nd:LuAG) auf YAG-Substraten gewachsen. Die Herstellungsparameter wurden durch Charakterisierung von gewachsenen Schichten mit Röntgen- bzw. Elektronenbeugung sowie Reflektometrie optimiert. Die laterale Strukturierung der Schichten erfolgte mit Femtosekunden-Laser-Pulsen bei einer Wellenlänge von 775 nm. Dies ermöglicht eine räumlich stark lokalisierte Ablation im μm -Bereich. Bei der Verwendung von linear und zirkular polarisiertem Licht mit Pulsenergien zwischen 300 nJ und 800 nJ wurden Strukturen mit einer Breite von 2 μm und einer Maximaltiefe von 1 μm geschrieben. Dabei zeigte sich eine homogenere Ablation bei Verwendung zirkular polarisierten Lichts. Verlustmessungen an Nd:LuAG-Kanalwellenleitern mit der Mode Propagation Loss Measurement - Methode unter Variation der Anregungswellenlänge ermöglichten die Ermittlung von Streu- und Absorptionsverlusten.

Q 22.5 Tue 12:00 F 142

Yb:Lu₂O₃-Scheibenlaser für den Einfrequenzbetrieb bei 1015 nm in verschiedener dynamisch stabiler Resonator-konfiguration — ●SEBASTIAN MADES^{1,2}, THOMAS DIEHL^{1,2}, ANDREAS KOGLBAUER^{1,2}, DANIEL KOLBE^{1,2}, MATTHIAS STAPPEL^{1,2}, RUTH STEINBORN^{1,2} und JOCHEN WALZ^{1,2} — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Deutschland — ²Helmholtz-Institut Mainz, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Deutschland

Scheibenlaser haben sich durch ihre gute Strahlqualität bei hoher Ausgangsleistung aufgrund der Kühlmöglichkeit des aktiven Mediums bewährt.

Für den einfrequenzen Grundmodenbetrieb bei 1015 nm, außerhalb der Hauptemissionslinie von 1030 nm, verspricht ein neuartiges Scheibenmaterial aus Ytterbium dotiertem Lutetiumoxid aufgrund seines höheren Emissionswirkungsquerschnitts bei dieser Wellenlänge Leistungsvorteile gegenüber den etablierten Yb:YAG-Scheibenlasern.

Der für die zweistufige Frequenzverdopplung zu 254 nm notwendige Einfrequenzbetrieb wird durch ein Lyotfilter und ein Etalon im Laserresonator erreicht. Für den optimalen transversalen Grundmodenbetrieb werden unterschiedliche Pumpfleckgrößen sowie dynamisch stabile lineare und gefaltete Resonatorgeometrien getestet. In diesem Zusammenhang wird auf die Vorteile von gefalteten Resonatoren bei sich ändernder Scheibenkrümmung und thermischen Linsen eingegangen.

Q 22.6 Tue 12:15 F 142

Faserbasierte Filterung von azimutal und radial polarisierter Strahlung — ●CHRISTOPH JOCHER¹, CESAR JAUREGUI¹, CHRISTIAN VOIGTLÄNDER¹, FABIAN STUTZKI¹, STEFAN NOLTE¹, MARTIN BECKER², MANFRED ROTHHARDT², JENS LIMPERT^{1,3} und ANDREAS TÜNNERMANN^{1,3,4} — ¹Institute of Applied Physics, Abbe Center of Photonics, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Albert-Einstein-Str. 15, 07745 Jena, Germany — ²Institute of Photonic Technology, Albert-Einstein-Str. 9, 07745 Jena, Germany — ³Helmholtz-Institute Jena, Fröbelstieg 3, 07743 Jena, Germany — ⁴Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering, Albert-Einstein-Str. 7, 07745 Jena, Germany

Das Anwendungsfeld von azimuthal und radial polarisierter Strahlung ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Hier stellen wir einen faserbasierten Modenfilter vor, der es uns ermöglicht örtlich veränderliche Polarisierungen zu erzeugen. Es wird eine hoch-NA Faser verwendet, in der die Polarisationsentartung aufgehoben ist und Fasermode mit radialer oder azimuthaler Polarisation auftreten. Durch die Integration

eines Faser-Bragg-Gitters werden diese bei unterschiedlichen Wellenlängen reflektiert und die radiale und azimuthale Polarisation können durch eine einfache Wellenlängenfilterung selektiert werden. Dieser faserbasierte Ansatz ermöglicht einen vollständig faserintegrierten Aufbau für die Konversion eines bestehenden Strahles oder die Erzeugung innerhalb eines Faseroszillators.