

Q 4: Laserentwicklung: Festkörperlaser I

Zeit: Montag 10:45–12:30

Raum: VMP 6 HS-C

Q 4.1 Mo 10:45 VMP 6 HS-C

Kristallzüchtung und Charakterisierung von Yb:Y₂O₃ als aktives Medium im Scheibenlaser — ●KERSTIN SCHENK, RIGO PETERS, KLAUS PETERMANN und GÜNTER HUBER — Universität Hamburg, Institut für Laser-Physik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Yb-dotierte Sesquioxide bieten auf Grund ihrer hervorragenden thermischen Eigenschaften und des geringen Quantendefekts gute Voraussetzungen für den Einsatz als Hochleistungs-Festkörperlaser.

Nachdem bereits mit Yb:Lu₂O₃ und Yb:Sc₂O₃ erfolgreich hocheffizienter Laserbetrieb demonstriert werden konnte [1,2], beschäftigt sich diese Arbeit mit der Herstellung und Charakterisierung von Yb:Y₂O₃. Dieses zeigt mit etwa 0,2 dB/cm im Vergleich zu Lu₂O₃ und Sc₂O₃ deutlich größere Streuverluste. Die Ursache hierfür ist vermutlich eine Phasenumwandlung knapp unterhalb des Schmelzpunktes während der Kristallzüchtung.

Um dieses Verhalten zu verstehen, wird der Einfluss der Züchtungsparameter auf das Streuverhalten untersucht. Anhand von weiterführenden Laserexperimenten werden die Auswirkungen auf die Lasereigenschaften diskutiert.

[1] R. Peters, C. Kränkel, K. Petermann, G. Huber, Opt. Express 15, 7075-7082 (2007)

[2] R. Peters, C. Kränkel, K. Petermann, G. Huber, CLEO2008, Beitrag CTuKK4, San Jose, USA (2008)

Q 4.2 Mo 11:00 VMP 6 HS-C

Yb:LuAG als Scheibenlasermaterial im hohen Leistungsbe- reich — ●KOLJA BEIL, SUSANNE T. FREDRICH-THORNTON, CHRISTIAN KRÄNKEL, RIGO PETERS, KLAUS PETERMANN und GÜNTER HUBER — Universität Hamburg, Institut für Laser-Physik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Aufgrund der geringen Dicke des aktiven Mediums im Scheibenlaser wird auch bei hohen Laserleistungen eine effiziente Kühlung des Lasermediums ermöglicht, wodurch negative thermische Effekte stark reduziert werden. Um die Vorteile des Scheibenlasers nutzen zu können, ist eine hohe Dotierung sowie eine hohe Wärmeleitfähigkeit des Lasermaterials unerlässlich. Yb:YAG ist aufgrund seiner guten thermomechanischen Eigenschaften derzeit das Standardmaterial für die Verwendung im Scheibenlaser.

Yb:LuAG, welches im Vergleich zu Yb:YAG nahezu identische spektroskopische Eigenschaften aufweist, zeigt bei Yb-Dotierung im Gegensatz zu Yb:YAG nur eine geringe Abnahme der Wärmeleitfähigkeit. So wird bei einer Dotierung von 10 at.% für Yb:YAG bereits eine Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit um etwa 35% beobachtet, während sich diese bei Yb:LuAG lediglich um 6% verringert. Dadurch ergibt sich ein etwa 20% höherer Wert im Vergleich zu Yb:YAG. In Laserexperimenten mit 10 at.% Yb-dotiertem LuAG konnten bei mittleren Ausgangsleistungen von bis zu 25 W differentielle Wirkungsgrade von mehr als 70% erzielt werden. Die höhere Wärmeleitfähigkeit bei nahezu identischen Lasereigenschaften lässt vermuten, dass sich Yb:LuAG besser für den Hochleistungsbetrieb im Scheibenlaser eignet als Yb:YAG.

Q 4.3 Mo 11:15 VMP 6 HS-C

888 nm gepumpter Nd:YVO₄-Hochleistungslaser im TEM₀₀-Mode bei 1342 nm — ●FLORIAN LENHARDT¹, THORSTEN BAUER², MARTIN NITTMANN², JÜRGEN BARTSCHKE² und JOHANNES L'HUILLIER¹ — ¹Technische Universität Kaiserslautern, Fachbereich Physik, Erwin-Schrödinger-Strasse 46, 67663 Kaiserslautern — ²Xiton Photonics GmbH, Kohlenhofstrasse 10, 67663 Kaiserslautern

Kompakte und effiziente diodengepumpte Festkörperlaser im Spektralbereich um 1,3 μm besitzen wichtige Anwendungen in der Faseroptik, Medizin und Forschung. Aufgrund des sehr großen Wärmeeintrags in den Kristall bei diesem Laserübergang, verursacht durch den großen Quantendefekt und die "exited state absorption" (ESA), wird im Kristall eine sehr starke thermische Linse induziert. Daher hatten alle bisher veröffentlichten Systeme mit hoher Ausgangsleistung eine schlechte Strahlqualität und alle Systeme mit beugungsbegrenzter Strahlqualität eine vergleichsweise niedrige Ausgangsleistung. In diesem Vortrag wird ein Lasersystem vorgestellt, das in einem TEM₀₀-Strahl eine Ausgangsleistung von 24 W liefert. Die Leistungsschwankungen σ sind geringer als 1%. Bei einer absorbierten Pumpleistung von 84 W entspricht die erzeugte Leistung einer optischen Effizienz von 29%. Die Strahlung

besitzt ein gaußförmiges Strahlprofil und eine Beugungsmaßzahl von $M^2 < 1,1$. Soweit uns bekannt wurde mit diesem Laser die höchste bisher veröffentlichte Ausgangsleistung in einem 1342 nm TEM₀₀-Strahl erreicht. Diese Ergebnisse wurden durch eine gezielte Optimierung der Wärmeverteilung im Laserkristall und des Resonatordesigns sowie durch Pumplicht mit einer Wellenlänge von 888 nm ermöglicht.

Q 4.4 Mo 11:30 VMP 6 HS-C

Regenerativer Nd:YVO₄ Hochleistungsverstärker mit langen Pikosekunden Impulsen und effizienter Erzeugung der zweiten Harmonische — ●MARKUS LÜHRMANN, CHRISTIAN THEOBALD, RICHARD WALLENSTEIN und JOHANNES A. L'HUILLIER — TU Kaiserslautern, Deutschland

Optisch parametrische Verstärkung gechirpter fs-Impulse (OPCPA) ist gut etabliert. Eine effiziente Verstärkung benötigt Pumpimpulse hoher Energie mit Impulsdauern von mehreren hundert ps und guter Strahlqualität. Bis jetzt wurden OPCPAs mit Wiederholraten von bis zu einem kHz bei Pumpimpulsenergien von wenigen mJ betrieben. Die Intensität der so verstärkten fs-Impulse ist gut geeignet um hohe Harmonische oder Röntgenstrahlung zu erzeugen. Diese Strahlung ist interessant für verschiedene Anwendungen wie Photoelektronen Spektroskopie oder die Verbrennungsdiagnose. Diese Anwendungen würden allerdings stark von Wiederholraten höher als 10 kHz profitieren.

Wir haben daher, basierend auf einem 100 W, 888 nm Diodengepumpten Nd:YVO₄ regenerativen Hochleistungsverstärker, eine Pumpquelle für einen OPCPA mit 20 kHz Wiederholrate entwickelt. Das Gesamtsystem besteht aus einem Masteroszillator, dem regenerativen Verstärker und einem winkelphasenangepassten LBO Kristall zur externen Frequenzverdoppelung der verstärkten Impulse. Die erzeugten nahezu Fourier limitierten Impulse bei 532 nm besitzen eine Impulsenergie von über 1,2 mJ bei einer Wiederholrate von 20 kHz mit frei einstellbaren Impulsdauern von 180 ps bis etwa 1 ns sowie eine annähernd beugungsbegrenzte Strahlqualität $M^2 < 1,2$.

Q 4.5 Mo 11:45 VMP 6 HS-C

Ein hochrepetierender durchstimmbarer Chrom:Forsterit Laser für die Resonanz-Ionisations-Spektroskopie — ●SEBASTIAN ROTHE¹, CHRISTOPH MATTOLAT¹, SEBASTIAN RAEDER¹, JENS LASSEN² und KLAUS WENDT¹ — ¹Johannes-Gutenberg-Universität, 55128 Mainz — ²TRIUMF, Vancouver, Kanada

Die resonante Laserionisation wird sehr erfolgreich in der effizienten und selektiven Produktion radioaktiver Ionenstrahlen an on-line Massenseparatoreinrichtungen, z.B. ISOLDE am CERN, eingesetzt. Inzwischen werden an entsprechenden Anlagen, aufgrund ihrer Zuverlässigkeit und Stabilität, verstärkt hochrepetierende Titan:Saphir Laser (Ti:Sa) mit Frequenzvervielfachung und damit einem sehr weiten Abstimmbereich verwendet. Als Ergänzung zu unserem bestehenden Ti:Sa Lasersystem wurde analog dazu ein Laser mit Chrom:Forsterit als aktivem Medium konzipiert und aufgebaut. Der Kristall hat einen Abstimmbereich von 1150 nm bis 1350 nm. Mittels nachfolgender Frequenzverdopplung kann ein Wellenlängenbereich im orange-roten erreicht werden, dieser fügt sich in die spektrale Lücke zwischen fundamentaler und frequenzverdoppelter Ti:Sa Strahlung. Als Anwendung wurden verschiedene mehrstufig-resonante Anregungsschemata in Nickel, Scandium und Silizium erfolgreich getestet; letzteres wurde dabei der Resonanzionisation durch Festkörperlaser generell erstmals zugänglich gemacht.

Q 4.6 Mo 12:00 VMP 6 HS-C

Highly efficient 4 W, 160 fs Yb:KGW laser oscillator pumped by a single broad area diode and its application for high-power femtosecond supercontinuum generation — ●FELIX HOOS¹, TODD MEYRATH¹, SAI LI¹, BERND BRAUN², and HARALD GIESSEN¹ — ¹4. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart, 70550 Stuttgart — ²Georg-Simon-Ohm Hochschule, Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg

We present a novel and very simple design for a highly efficient femtosecond Yb:KGW laser oscillator. The laser is capable to generate femtosecond laser pulses at a repetition rate of 44 MHz. An average power of nearly 5 W was obtained for a pulse width of 224 fs, resulting in an optical-to-optical efficiency of more than 28%. With a pulse width of 161 fs, more than 4 W at an optical-to-optical efficiency of

23% were achieved. The laser is based on slab laser crystal geometry and is pumped by a single broad area diode. The progress in efficiency and simplicity is due to the high beam quality of the employed pump diode and to a thorough consideration of the thermal effects that are induced in the gain medium. Concerning thermal lensing, these diodes show some differences compared to other high-power diodes due to their particular beam profile. We present experimental investigations and results of numerical modeling of the thermal effects that are caused by these diodes.

Furthermore we are going to present results of supercontinuum generation in tapered fibers with this laser. Femtosecond supercontinua with more than 1W overall average power could be obtained.

Q 4.7 Mo 12:15 VMP 6 HS-C

Erzeugung von UV-Strahlung im Dauerstrichbetrieb bei 261 nm über resonatorinterne Frequenzverdopplung von diodengepumpten, grün emittierenden Praseodym-Lasern —

•TEOMAN GÜN, ANDRÉ RICHTER, ERNST HEUMANN und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg, Germany

Ultraviolette (UV) kohärente Dauerstrich-Strahlung unterhalb einer

Wellenlänge von 300 nm wird üblicherweise durch zweifache Frequenzkonversion von Infrarot-Lasern generiert. Diese Methode ist im Allgemeinen sehr aufwendig und kompliziert. In Rahmen dieses Beitrages wird die resonatorinterne Frequenzverdopplung eines Festkörperlasers zur Erzeugung von UV-Strahlung bei einer Wellenlänge von 261 nm demonstriert. Dabei werden Praseodym-dotierte Fluoridkristalle, LiYF_4 (YLF) und LiLuF_4 (LLF), über eine GaN-Laserdiode mit einer Ausgangsleistung von 1 W und der Emissionswellenlänge von 444 nm gepumpt. Die emittierte Grundwelle des Praseodym-Lasers mit der Wellenlänge von 523 nm wird in dem zweiten Arm des einfach gefalteten Resonators über einen nichtlinearen Kristall resonatorintern frequenzverdoppelt und die UV-Strahlung ausgekoppelt. Die Frequenzkonversion erfolgt über einen für 523 nm antireflexions-beschichteten Beta-Barium-Borat ($\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ oder BBO)-Kristall unter kritischer Phasen Anpassung vom Typ I. Unter Verwendung eines 5 mm langen BBO-Kristalls wurde eine maximale UV-Leistung von bis zu 0,6 mW generiert. Weitere Experimente zur Leistungsskalierung durch Verwendung geeigneter Spiegel, Kristalle und Resonatoranordnungen sind geplant und werden im Vortrag vorgestellt.