

Q 11 Festkörperlaser I

Zeit: Montag 14:00–16:00

Raum: HIV

Q 11.1 Mo 14:00 HIV

Aufbau eines Yb-Faserverstärkers bei 1014 nm — ●MATHIAS SINTHER, ALBERT SEIFERT und THOMAS WALTHER — TU Darmstadt, Institut für Angewandte Physik, Schlossgartenstr. 7, D-64289 Darmstadt

Ytterbium-dotierte Faserverstärker haben neben den entsprechenden Faserlasern in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. In diesem Beitrag soll ein Yb-Faserverstärker vorgestellt werden, der bei einer Wellenlänge von 1014 nm betrieben wird. Um die hier auftretende Absorption zu reduzieren, werden die Fasern mit flüssigem Stickstoff gekühlt. Die austretende Strahlung mit einer Leistung von einigen Watt soll in weiteren Stufen des Experiments frequenzvervielfacht werden, um als Strahlungsquelle für eine Hg-Atomfalle zu dienen. Der aktuelle Stand des Projekts wird diskutiert.

Q 11.2 Mo 14:15 HIV

Verlustmessung an Nd³⁺-dotierten planaren Wellenleitern — ●ANDREAS KAHN, YURY KUZMINYKH, HANNO SCHEIFE und GÜNTER HUBER — Universität Hamburg, Institut für Laser-Physik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg, Deutschland

Ein nicht-destruktives Verfahren zur Bestimmung der in aktiven planaren Wellenleitern auftretenden Streuverluste wurde entwickelt. Das Prinzip der Verlustmessung beruht auf einem von der Anregungswellenlänge und vom Ort abhängigen seitlichen Fluoreszenznachweis. Das Verfahren dient zum Vergleich von mittels Pulsed Laser Deposition auf α -Al₂O₃-Substrate aufgedampften hoch-texturierten Sesquioxidschichten. Hierbei ergaben sich Streuverluste von (19.4 ± 3.4) dB/cm für eine 3 μ m dicke bzw. (11.6 ± 0.9) dB/cm für eine 10 μ m dicke Nd(0.2%):Sc₂O₃-Schicht sowie Verluste von (6.9 ± 2.2) dB/cm für eine 3 μ m dicke Nd(1%):Y₂O₃-Schicht. Zum Vergleich dient u. a. ein kommerzieller thermisch gebondeter Fünf-Schicht-Wellenleiter (5 mm Saphir - 15 μ m YAG - 5 μ m Nd(1%):YAG - 15 μ m YAG - 5 mm Saphir) mit Streuverlusten von (6.9 ± 0.9) dB/cm, für den Lasertätigkeit gezeigt werden konnte.

Q 11.3 Mo 14:30 HIV

Hochleistungs-Yb:LaSc₃(BO₃)₄-Scheibenlaser mit weitem Durchstimmbereich — ●CHRISTIAN KRÄNKEL, MICHAEL MOND, KLAUS PETERMANN und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Ein Scheibenlaser mit Yb:LaSc₃(BO₃)₄ als aktivem Material wird vorgestellt. Die maximal erzielte Ausgangsleistung beträgt 16.6 W bei einem differentiellen Wirkungsgrad von 39%. Bei einer Laserdioden-Pumpwellenlänge von 974 nm konnten mit einem doppelbrechenden Filter als zusätzlichem Resonatorelement verschiedene Laserwellenlängen zwischen 995 nm und 1086 nm realisiert werden. Neben der Präsentation dieser Ergebnisse wird auf die besonderen Eigenschaften von LSB als Wirtsmaterial für Scheibenlaseranwendungen eingegangen.

Q 11.4 Mo 14:45 HIV

Migration als Schlüsselparameter für Ytterbium-dotierte Scheibenlasermaterialien — ●RIGO PETERS, CHRISTIAN KRÄNKEL, SUSANNE T. FREDRICH, KLAUS PETERMANN und GÜNTER HUBER — Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, D-22761

Ytterbium-dotierte Lasermaterialien haben in den letzten Jahren mehr und mehr an Bedeutung gewonnen. Das einfache Energieniveauschema, welches interionische Verlustprozesse ausschließt, sowie der geringe Quanteneffekt ermöglichen hohe Effizienzen bei geringer thermischer Belastung.

Das Scheibenlaserkonzept ermöglicht eine Skalierbarkeit bis in den kW-Bereich. Zur Erhöhung der Effizienz und Strahlqualität des Systems müssen sehr dünne, hochdotierte Scheiben verwendet werden. Bei steigender Yb-Konzentration treten jedoch aufgrund von Energiemigration, welche auf Dipol-Dipol-Wechselwirkungen zwischen den aktiven Ionen und stets vorhandenen Verunreinigungen beruht, zunehmend nichtstrahlende Verluste auf, die die Effizienz des Systems beeinträchtigen.

Dieser Schlüsselparameter soll hier vorgestellt und anhand von spektroskopischen Analysen für die Yb-dotierten Materialien YAG, NGW, KYW und LSB verglichen werden. Hierdurch lassen sich Aussagen über die Eignung als Scheibenlasermaterialien treffen und Rückschlüsse auf die Ursachen der nichtstrahlenden Verluste ziehen.

Q 11.5 Mo 15:00 HIV

Gepulster Yb-dotierter Faserverstärker als Strahlquelle für ein Brillouin-LIDAR zur Messung von Temperaturprofilen in Wasser — ●KAI SCHORSTEIN und THOMAS WALTHER — Technische Universität Darmstadt, Institut für Angewandte Physik, AG Laser und Quantenoptik, Schlossgartenstr. 7, D-64289 Darmstadt

Zur berührungslosen Messung von Temperaturprofilen in Wasser kann ein Brillouin-LIDAR verwendet werden. Als Strahlquelle kommt ein System von gepulsten Yb-dotierten Faserverstärkern zum Einsatz. Dabei werden Doppelmantelfasern unterschiedlicher Geometrie, Länge und Dotierung eingesetzt. Gepumpt wird der Verstärker bei 976 nm und ermöglicht Verstärkung im Bereich von 1020-1100 nm. Die Fasern sind mit SMA Steckern für freistehenden Faserenden für höchste Leistungen ausgestattet. Außerdem sind die Endflächen mit einer 8° angeschrägten Politur versehen, um unerwünschte Lasertätigkeit zu unterdrücken. Da das LIDAR von einem Hubschrauber oder Flugzeug aus betrieben werden soll, müssen bestimmte Randbedingungen wie mechanische Stabilität, Abmessung, Gewicht und Stromaufnahme bei der Konzeption der Strahlquelle berücksichtigt werden. Für eine gute Temporauflösung sind weiterhin schmalbandige Pulse in der Nähe des Fourierlimits mit einer Repetitionsrate im kHz-Bereich, sowie eine möglichst hohe Pulsenergie wünschenswert. Der flexible Wellenlängenbereich erlaubt außerdem eine optimale Abstimmung auf den Detektor. Präsentiert wird der aktuelle Entwicklungsstand des Lasersystems.

Q 11.6 Mo 15:15 HIV

Resonatorinterne Frequenzverdopplung von Dauerstrich-Pr:LiYF₄-Lasern bei 640 nm — ●ANDRÉ RICHTER, ERNST HEUMANN und GÜNTER HUBER — Institut für Laser-Physik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Es wird erstmals über einen resonatorintern frequenzverdoppelten Praseodym(Pr)-Laser bei einer Wellenlänge von 320 nm berichtet. Der verwendete LiYF₄(YLF)-Laserkristall ist HR/AR für die Laserwellenlänge bei 640 nm beschichtet und mit 0,7 at-% Pr dotiert. Als Pumpquelle wurde ein frequenzverdoppelter optisch gepumpter Halbleiterlaser (OPS) der Firma Coherent Lübeck verwendet. Diese Pumpquelle liefert Ausgangsleistungen bis zu 300 mW bei 480 nm. Auf der Grundwellenlänge des Pr-Lasers konnten bei einer absorbierten Pumpleistung von 216 mW und 2% Auskopplung maximal 72 mW Laserleistung erzielt werden. Die resonatorinterne Frequenzverdopplung erfolgt durch LiB₃O₅ (LBO) unter Typ I Phasenanpassung im einfach gefalteten Resonator. LBO-Kristalle verschiedener Längen (3 mm, 5 mm und 8 mm) standen zur Verfügung, mit denen bisher eine maximale UV-Leistung von 19 mW erreicht werden konnte. Das entspricht einer Umwandlungseffizienz von 26% von der Fundamentalen in die frequenzverdoppelte Strahlung und einem optisch-optischen Wirkungsgrad von 9%. Die Leistung unterlag Schwankungen von 3% über 5 Stunden. Diese sind einerseits auf die mechanische Instabilität des Aufbaus und andererseits auf die Leistungsstabilität der Pumpquelle zurückzuführen. Das Kurzzeitverhalten der Laserleistung wies unregelmäßige Fluktuationen im MHz-Bereich auf.

Q 11.7 Mo 15:30 HIV

Numerische Simulation der Modendynamik und der Pulserzeugung eines modengekoppelten Laseroszillators mit einem nichtlinearen Spiegel auf der Basis der Stimulierten-Brillouin-Streuung — ●PHILIP KAPPE, MARTIN OSTERMEYER und RALF MENZEL — Institut für Physik, Universität Potsdam

Die Simulation basiert auf der spektral aufgelösten numerischen Lösung der Ratengleichungen, die um zusätzliche Austauschterme für die Modenkopplung und die Doppler Verschiebung erweitert wurden. Die spontane Emission und das Verstärkungsprofil werden ebenfalls berücksichtigt. Die Güteschaltung durch die Stimulierte-Brillouin-Streuung wird empirisch beschrieben und findet ebenfalls Eingang in die Ratengleichungen.

Auf diese Weise konnte die Entwicklung von mehreren 100 Moden sowie der entsprechende Intensitätsverlauf während der SBS-Güteschaltung dargestellt werden. Ein Vergleich der Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen am beschriebenen Laser zeigt, dass man die größten Übereinstimmungen erhält, wenn bei der Rechnung spontane Emission in nur einen Mode zugelassen wird, wenn die Oszillation also von nur einem

Mode aus startet. In diesem Fall wird die spektrale Bandbreite in erster Linie durch die Dopplerverschiebung während des Pulsaufbaus erzeugt, wenn die SBS-Reflektivität noch nicht 100 % erreicht. Danach wird das Spektrum lediglich als Ganzes verschoben.

Q 11.8 Mo 15:45 HIV

Charakterisierung des neuen Scheibenlasermaterials $\text{Yb:NaGd}(\text{WO}_4)_2$ — •RIGO PETERS¹, KLAUS PETERMANN¹, GÜNTER HUBER¹ und DANIEL RYTZ² — ¹Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, D-22761 Hamburg — ²FEE GmbH, Struthstr. 2, D-55743

$\text{Yb}^{3+}:\text{NGW}$ ist wegen der guten physikalischen Eigenschaften des Wirtskristalls und des bekannt geringen Quantendefektes von Yb^{3+} ein potentiell geeignetes Material für Scheibenlaser- und Kurzpulsanwendungen. Hierzu wurden spektroskopische und strukturanalytische Untersuchungen an $\text{Yb}^{3+}:\text{NGW}$ durchgeführt. Durch ein die Reabsorption unterdrückendes Messverfahren konnten exakte Werte für die intrinsische Fluoreszenzlebensdauer bestimmt werden. Ferner wurden die Absorptions- und Emissionswirkungsquerschnitte des ${}^2\text{F}_{5/2} \longleftrightarrow {}^2\text{F}_{7/2}$ -Übergangs bestimmt und durch Fluoreszenz- und Absorptionsmessungen bei 10K die Lage der Starkniveaus in den beteiligten Multipletts ermittelt.

In einem 17 at% $\text{Yb}^{3+}:\text{NGW}$ -Kristall von 1,1 mm Länge konnte Lasertätigkeit zwischen 1025 nm und 1044 nm demonstriert werden. Bei Verwendung einer Laserdiode bei 975 nm als Pumpquelle wurde ein differentieller Wirkungsgrad von 51 % bei 589 mW maximaler Ausgangsleistung und eine Schwellpumpleistung von 199 mW erreicht.