

Kurzfassung

S. Lamrini

Ho:YAG Laser mit direkter resonanter Anregung durch GaSb-Laserdiodenstacks

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein in der Betriebsart umschaltbarer Ho:YAG Hochleistungs- und Hochenergielaser mit direkter Anregung durch GaSb-Laserdiodenstacks bei einer Wellenlänge von 1,9 μm realisiert.

Zur Bestimmung der Absorptionseffizienz der spektral breitbandigen Anregungsquelle wurden die Absorptionswirkungsquerschnitte von Ho:YAG bei Raumtemperatur spektroskopisch bestimmt. Mit dieser Kenntnis und den gemessenen Emissionsspektren des Laserdiodenstacks erfolgte eine Überlappanalyse. Die Emissionswirkungsquerschnitte von Ho:YAG wurden mithilfe der Reziprozitätsmethode und der Füchtbauer-Ladenburg Methode ermittelt. Die effektive Lebensdauer des $^5\text{I}_7$ -Niveaus des Ho^{3+} -Ions wurde erstmals mit der Pinhole-Methode reabsorptionsfrei zu $7,1 \text{ ms} \pm 0,2 \text{ ms}$ bestimmt und ist signifikant kürzer und somit genauer als bisher publizierte Ergebnisse.

Die Lasercharakteristik des direkt diodengepumpten Ho:YAG Lasers wurde im kontinuierlichen und gütegeschalteten Betrieb untersucht.

Im kontinuierlichen Betrieb wurden mithilfe eines kompakten plan-plan Resonators bei einer Laserwellenlänge von 2122 nm eine maximale Ausgangsleistung von 55 W und ein zugehöriger differentieller Wirkungsgrad von 62 % erreicht. Diese Ergebnisse stellen die höchsten bisher publizierten Werte dar.

Die Erzeugung von Laserpulsen mit Pulsdauern im ns-Bereich wurde mithilfe der aktiven Güteschaltung unter kontinuierlicher Anregung des Ho:YAG Kristalls realisiert. Im elektrooptisch gütegeschalteten Betrieb betrug die maximale Pulsenergie 6,3 mJ bei einer Pulsdauer von 285 ns und einer Pulswiederholrate von 500 Hz. Die Laserwellenlänge war 2,09 μm .

Im akustooptisch gütegeschalteten Betrieb wurden bei einer Pulswiederholrate von 100 Hz eine maximale Pulsenergie von 33 mJ und eine Pulsdauer von 100 ns erzielt. Diese Werte übersteigen deutlich die bisher publizierten Ergebnisse.

Die Evaluierung der Anwendbarkeit des realisierten Ho:YAG Lasers im kontinuierlichen und im gütegeschalteten Betrieb erfolgte auf zwei verschiedenen Gebieten. Diese Experimente wurden fasergekoppelt und in einem Freistrahlaufbau durchgeführt und belegen, dass der kompakte Ho:YAG Laser sowohl für medizinische Anwendungen wie dem Schneiden von Weichgewebe oder der Laserosteotomie als auch für die hochpräzise Bearbeitung von universell eingesetzten Polymeren verwendet werden kann.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden in enger Kooperation mit dem Institut für Laserphysik der Universität Hamburg Ho:Lu₂O₃ Kristalle als neuartiges Lasermaterial mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit und langen Wellenlängen untersucht.

Sowohl die kontinuierliche als auch die gütegeschaltete Lasertätigkeit dieses Materials wurde erstmals beobachtet. Im kontinuierlichen Betrieb wurden bei der Laserwellenlänge 2124 nm eine maximale Ausgangsleistung von 25 W und ein maximaler differentieller Wirkungsgrad von 76 % erzielt. Im gütegeschalteten Betrieb wurde bei einer Pulswiederholrate von 100 Hz eine maximale Pulsenergie von 8 mJ bei einer zugehörigen Pulsdauer von 200 ns erreicht.