

Kurzfassung

Gegenstand dieser Dissertation ist die Entwicklung und Charakterisierung mehrfarbig emittierender Faserlaser auf der Basis von Pr^{3+} , Yb^{3+} -dotierten Fluoridglasfasern. Die Anregung erfolgt über einen mehrstufigen Prozess durch handelsübliche, im nahen Infraroten emittierende Laserdioden. Es wird Laseremission bei 635, 521 und 492 nm (RGB) mit jeweils mehr als 10 mW Emissionsleistung und stufenlose Umschaltung zwischen blauer und roter Laseremission demonstriert.

Die physikalischen und technischen Grundlagen der Faserlaser werden dargestellt: Betrachtet werden Lichtführung und Dämpfung in Glasfasern, die Besonderheiten des Wirtsmaterials Fluoridglas und die Funktionsweise optisch aktiver Fasern. Die Eigenschaften der laseraktiven Pr^{3+} - und Yb^{3+} -Ionen werden im Zusammenhang mit dem mehrstufigen Anregungsprozess beschrieben. Es folgen eine Diskussion der Anforderungen an die Laserfasern und an die übrigen optischen Komponenten und Erläuterungen zur technischen Realisierung der Laser.

Für die Lasereffizienz relevante Parameter wurden durch umfangreiche Messungen bestimmt und durch Modelle beschrieben. Dies ermöglicht die numerische Simulation des Laserprozesses und eine weitere Steigerung der Lasereffizienz.

Durch geeignete Anpassung der Faserparameter und der übrigen optischen Komponenten wurde auch bei dem schwachen, für Anwendungen jedoch sehr interessanten Laserübergang bei 492 nm ein differentieller Wirkungsgrad von mehr als 10 % erreicht, so dass im roten, grünen und blauen Spektralbereich jeweils mehr als 10 mW Laseremission bei 200 mW Pumpleistung erzielt werden.

Die Kombination direkt verspiegelter Faserendflächen mit externen Rückkoppelelementen und die direkte Veränderung des Reflexionsverlaufs der Resonatorspiegel durch Variation der Dicke einer dielektrischen Spiegelschicht (einstellbarer Luftspalt zwischen Faserende und Resonatorspiegel) ermöglichen es, die wellenlängenabhängigen Umlaufverluste des Laserresonators zu variieren und so im Laserbetrieb kontinuierlich zwischen verschiedenen Emissionsfarben umzuschalten oder gleichzeitige Emission unterschiedlicher Laserwellenlängen einzustellen.

Farbumschaltung und zweifarbiger Laserbetrieb werden für rote und blaue Laseremission demonstriert. Das Verfahren lässt sich zur Anregung weiterer Emissionswellenlängen einsetzen, so dass gleichzeitige Emission bei 635, 521 und 492 nm (oder anderen Wellenlängen) mit einstellbaren Farbanteilen erzielt werden kann.

Durch eine auf die Pumpleistung wirkende elektronische Rückkopplung wurde das Emissionsrauschen reduziert und die Ausgangsleistung stabilisiert.