

Zusammenfassung

Auf GaAs basierende kantenemittierende Diodenlaser kombinieren eine hohe Konversionseffizienz, einen weiten Emissionswellenlängenbereich von 630 nm bis 1180 nm sowie die Möglichkeit, hohe Ausgangsleistungen zu erzielen. Die häufig verwendeten längsinvarianten Fabry-Pérot-Resonatoren sind einfach zu entwerfen, führen aber oft zu Funktions- oder Leistungseinschränkungen. In dieser Arbeit wird der Einsatz von lateral-longitudinal ungleichförmigen Resonatoranordnungen als Möglichkeit zur Reduzierung unerwünschter und leistungsbegrenzender Effekte untersucht. Die Untersuchungen werden an bestehenden und neu entwickelten Laserdesigns unter Verwendung spezieller Simulationstools durchgeführt. Dazu gehören ein komplexes zeitabhängiges Lasersimulationsprogramm, welches auf einem Wanderwellenansatz der optischen Felder in der lateral-longitudinalen Ebene basiert, sowie einem Programm, das auf der Eigenmoden-Expansionsmethode zur Simulation passiver Wellenleiter beruht. Wo immer möglich, werden die Simulationsergebnisse mit experimentellen Daten verglichen. Basierend auf diesem Ansatz werden drei grundsätzlich verschiedene Lasertypen untersucht:

1. Doppelwellenlängen-Laser, die zwei leicht verstimmt Wellenlängen um 784 nm aus der selben Apertur emittieren
2. Rippenwellenleiter-Laser mit trapezförmigen Wellenleiter- und Kontaktlayouts, die Licht mit einer Wellenlänge um 970 nm emittieren
3. Breitstreifen-Laser mit einer leicht trapezförmigen Kontaktgeometrie, die bei 910 nm emittieren

Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstreichen das Potenzial von lateral-longitudinal ungleichförmigen Laserdesigns zur Steigerung ausgewählter Aspekte der Lasereigenschaften, einschließlich der Strahlqualität, der spektralen Stabilität und der Ausgangsleistung.

Abstract

Edge-emitting quantum-well diode lasers based on GaAs combine a high conversion efficiency, a wide range of emission wavelengths covering a span from 630 nm to 1180 nm, and the ability to achieve high output powers. The often used longitudinal-invariant Fabry-Pérot-type resonators are easy to design but often lead to functionality or performance limitations. In this work, the application of laterally-longitudinally non-uniform resonator configurations is explored as a way to reduce unwanted and performance-limiting effects. The investigations are carried out on existing and entirely newly developed laser designs using dedicated simulation tools. These include a sophisticated time-dependent laser simulator based on a traveling-wave model of the optical fields in the lateral-longitudinal plane and a Maxwell solver based on the eigenmode expansion method for the simulation of passive waveguides. Whenever possible, the simulation results are compared with experimental data. Based on this approach, three fundamentally different laser types are investigated:

1. Dual-wavelength lasers emitting two slightly detuned wavelengths around 784 nm out of a single aperture
2. Ridge-waveguide lasers with tapered waveguide and contact layouts that emit light of a wavelength of around 970 nm
3. Broad-area lasers with slightly tapered contact layouts emitting at 910 nm

The results of this thesis underline the potential of lateral-longitudinal non-uniform laser designs to increase selected aspects of device performance, including beam quality, spectral stability, and output power.