

Abstract

The beam quality and lifetime of gain-guided broad-area laser diodes degrades with increasing optical output power: The near field is progressively narrowed by thermo-optic effects, leading to an enhanced optical facet load and an over-proportionate far-field blooming.

Common single-side emitting broad-area lasers are extremely asymmetric devices with respect to the longitudinal direction: The high semiconductor gain along with a high single-side output coupling leads to a strong asymmetry of the electric fields. Hence the internal optical power and thus the thermal load are highest in the vicinity of the out-coupling facet. Moreover, external optical feedback intensifies the optical and thermal load at the emission facet of the diode laser.

In this thesis, the impact of the longitudinal distribution of internal intensity, temperature and gain on the lateral beam parameters is revealed. Numerical simulations demonstrate that homogenizing the longitudinal device temperature prevents near-field narrowing and accompanying far-field blooming, which is experimentally verified by symmetrizing the facet reflectivities.

It is found in the second part of this work that irradiance of solder and p-side metalization as well as the adjacent highly p-doped layers causes localized heating around the front facet, which strongly reduces the threshold for catastrophic optical damage. It was also found that lateral displacement of the feedback spot can lead to severe beam quality degradation for single-side emitting devices, which could be reduced by symmetrically out-coupling external-cavity configurations.

Zusammenfassung

Die Strahlqualität und Lebensdauer von Breitstreifendiodenlasern degradiert mit zunehmender optischer Ausgangsleistung. Besonders das Nahfeld von gewinngeführten Breitstreifenlasern zieht sich für hohe Ausgangsleistungen zunehmend durch thermo-optische Effekte zusammen, was zu einer erhöhten Facettenlast und überproportionaler Fernfeldverbreiterung führt.

Gewöhnliche einseitig-emittierende Breitstreifenlaser sind Bauteile, die sehr asymmetrisch in der longitudinalen Richtung sind: Der hohe Gewinn des Halbleitermediums gepaart mit einem hohem einseitigen Auskoppelgrad führt zu einer starken Asymmetrie der propagierenden Felder. Daher sind die optische Leistung und thermische Last am höchsten in der Umgebung der Auskoppelfacetten. Optische Rückkopplung erhöht die thermische und optische Last an dieser Facette zusätzlich.

In dieser Arbeit wird der Einfluss der longitudinalen Verteilung von interner Intensität, Temperatur und Gewinn auf die lateralen Strahlparameter aufgezeigt. Numerische Simulationen belegen, dass eine Homogenisierung der longitudinal Bauteiltemperatur die Nahfeldverengung und damit verbundene Fernfeldverbreiterung unterbinden kann, was experimentell anhand von doppelseitig auskoppelnden Bauteilen demonstriert wird.

Im zweiten Teil dieser Arbeit wurde herausgefunden, dass eine Bestrahlung des Lots zusammen mit der Metallisierung der p-Seite und den angrenzenden hochdotierten Halbleiterschichten eine Erwärmung der Frontfacette hervorruft, was die Schwelle für die abrupte optische Zerstörung des Bauteils stark reduziert. Zudem wurde gezeigt, dass ein lateraler Versatz des zurückreflektierten Lichts zu einer erheblichen Strahlqualitätsverschlechterung für einseitig auskoppelnde Emittoren führen kann, was durch symmetrische Auskopplung reduziert werden konnte.