

DFB Breitstreifenlaser (DFB-BA) hoher Ausgangsleistung sind Schlüsselkomponenten für das Pumpen von schmalen Absorptionsbanden in Festkörperlasern, und für die Leistungsskalierung in direkten Diodenlasersystemen mittels dichtem spektralem Multiplexings. Derzeit wird der Markt für diese Laserdioden von DFB-BA Lasern mit Braggittern niedriger Ordnung dominiert, bei denen die Gitter mittels Zwei-Schritt-Epitaxie integriert werden.

Eine vielversprechende Alternative sind DFB-BA Laser mit Gittern hoher Ordnung, die direkt in die p-Seite der Epitaxiestruktur geätzt werden, sodass keine Unterbrechung des epitaktischen Wachstums notwendig ist. Vor dieser Arbeit beschränkten sich die Untersuchungen solcher DFB-BA Laser auf Machbarkeitsbeweise. Außerdem existierte keine adäquate Simulationsmethode für Oberflächengitter, da diese einen hohen Brechungsindexkontrast erzeugen, und dadurch nicht in der Coupled Mode Theorie (CMT) berechnet werden können.

Diese Arbeit behandelt die Entwicklung von effizienten DFB-BA Lasern und Laserbarren mit Oberflächengittern um 975 nm. Die Entwicklung der Laser beinhaltet drei Schritte: Erstens, eine Designstudie zu Fabry-Pérot Breitstreifenlasern mit hoher Strahldichte, die mit Oberflächengittern kompatibel sind. Zweitens, die Entwicklung eines adäquaten numerischen Simulationsmodell für DFB-BA Laser mit Oberflächengittern. Zu diesem Zweck wurde ein CMT-basiertes Modell um bidirektionale Eigenmoden Expansion und Propagation erweitert. Drittens, eine ausführliche experimentelle Studie zu spektral stabilisierten DFB-BA Lasern hoher Strahldichte. Optimierte DFB-BA Laser ($L = 6 \text{ mm}$, $W = 30 \text{ }\mu\text{m}$) erreichen 56% Spitzeneffizienz und Ausgangsleistungen von 5.8 W, bei einem lateralen Strahlparameterprodukt $\leq 1.8 \text{ mm}\times\text{mrad}$ und einer Linienbreite $\leq 1.0 \text{ nm}$.

High-power distributed feedback broad area (DFB-BA) lasers are key components for pumping narrow absorption bands in solid-state lasers and for brightness scaling in direct diode laser systems via dense spectral beam combining. Today the market for these lasers is dominated by DFB-BA lasers with low-order Bragg gratings that are integrated via buried overgrowth techniques.

A promising alternative are DFB-BA lasers with high order gratings that are directly etched into the p-side of the epitaxial layer structure, so that no interruption of the epitaxial growth process is required. Prior to this work, studies of such DFB-BA lasers were restricted to experimental proof-of-principal realizations. Further, adequate simulation tools were not available, as surface-etched gratings introduce a high refractive index contrast and can therefore not be calculated directly within the coupled mode theory (CMT).

Hence, this work treats the development of efficient high-brightness DFB-BA lasers and laser arrays with surface-etched gratings at 975 nm. The development of these lasers encompasses three steps: First, a design study of high-brightness Fabry-Pérot laser diodes that are suitable for the integration of surface-etched gratings. Second, the implementation of an adequate numerical model for the simulation of high-order surface-etched DFB gratings. Therefore, a simulation method based on CMT is extended by bidirectional eigenmode expansion and propagation modelling. And third, a comprehensive experimental study of spectrally stabilized high-brightness DFB-BA lasers. Optimized DFB-BA lasers ($L = 6$ mm, $W = 30$ μm) operate with 56% peak conversion efficiency and achieve 5.8 W output power with a slow-axis beam parameter product ≤ 1.8 mm \times mrad, and a linewidth ≤ 1.0 nm.