



MODELLIERUNG UND SIMULATION VON HOCHLEISTUNGSDIODENLASERN

Aufgabenstellung

Diodenlaser sind in vielfältigen Anwendungsfeldern die bevorzugte Laserstrahlquelle. Es wird zwischen kanten-emittierenden Diodenlasern (EEDL, engl.: edge-emitting diode laser) und oberflächen-emittierenden Diodenlasern (VCSEL, engl.: vertical-cavity surface-emitting laser) unterschieden. Am Fraunhofer ILT wird mithilfe von Computersimulationen an der Optimierung von EEDL und VCSEL mit Fokus auf Steigerung der Ausgangsleistung bzw. Strahldichte geforscht. EEDL sind in ihrer Ausgangsleistung gegenwärtig durch die Zerstörschwelle begrenzt (COD, engl.: catastrophic optical damage), die Limitierungen von VCSEL resultieren aus dem geringeren laseraktiven Volumen sowie der Reabsorption von Laserstrahlung in den stromleitenden, dotierten Schichten der Diode. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind das Verständnis des COD-Mechanismus bei EEDL sowie die Erhöhung der Lichtausbeute bei VCSEL durch Serienschaltung mehrerer Aktivschichten mittels sogenannter Tunnelioden.

Vorgehensweise

Zur Analyse und Optimierung von Hochleistungsdiodenlasern wird am Fraunhofer ILT eine Simulationssoftware (SEMSIS, engl.: semiconductor simulation software) zur multiphysikalischen Simulation von EEDL und VCSEL entwickelt. Diese umfasst unter anderem Module zur Simulation des Wärme-

- 1 *Kantenemittierende Laserdioden mit externer Kavität (ECDL).*
- 2 *Aufbau eines VCSEL-Einzelemitters.*

und des elektrischen Transports, zur Berechnung der optischen Eigenmoden der Mikrokavitäten sowie Modelle zur Analyse der Eigenschaften der lichtverstärkenden Quantenfilme. SEMSIS wird stetig für unsere Industriepartner weiterentwickelt und in Kombination mit kommerziellen Softwaretools zur isolierten oder gekoppelten Simulation zur Identifikation verbesserter Heterostrukturdesigns, Kontaktgeometrien oder externer optischer Systeme zur partiellen Rückkopplung der emittierten Strahlung eingesetzt.

Ergebnis

Verglichen mit dem Stand der Forschung wurde ein detaillierteres Verständnis des COD-Mechanismus für freilaufende EEDL sowie ECDL (engl.: external-cavity diode laser) erarbeitet. Verbesserte Designs für EEDL mit reduzierter slow axis-Strahldivergenz und strahldichtelimitierende Faktoren von VCSEL-Einzelemittlern mit externen Resonatoren wurden identifiziert. Die aktuelle Entwicklung eines LIDAR-Systems der nächsten Generation beinhaltet den elektrischen Transport in VCSEL-Einzelemittlern mit Tunnelioden, die Simulation der thermomechanischen Eigenschaften des VCSEL-Arrays mit integriertem Siliziumtreiberchip und die Auslegung der Senderoptik.

Anwendungsfelder

EEDL mit optischem Feedback werden als Pumplichtquellen für Faser- und Festkörperlaser eingesetzt, VCSEL-Emitter unter anderem in LIDAR-Sensoren und in der direkten Materialbearbeitung.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Thomas Schwarz, DW: -565
 thomas.schwarz@ilt.fraunhofer.de
 Dr. Martin Traub, DW: -342
 martin.traub@ilt.fraunhofer.de