

Design and fabrication of photonic-crystal surface-emitting lasers for telecom and sensing

Olof Sjödin, Ishwor Koirala, Axel Strömberg, Max Yan,
Anders Hallén, Mattias Hammar

KTH Royal Institute of Technology, Department of Electrical
Engineering

Photonic-Crystal Surface-Emitting Lasers (PCSELs) are receiving substantial interest due to their ability for area-scalable high-power single mode emission, which goes well beyond what is achievable with standard semiconductor lasers such as VCSELs or DFBs. This makes them suitable as compact emitters for a range of applications, such as pump lasers, materials engineering and free-space optical communication and sensing. However, to this end high-performance PCSELs have been restricted to the GaAs system and thereby the near-infrared wavelengths regime around 1 μm . By contrast, there are a range of important applications in the longer-wavelength regime (1.2-1.6 μm), e.g. fiber-based telecommunication and eye-safe free-space optical communication or LiDAR, which would require InP-based PCSELs. Also, since lateral losses increase with decreasing device diameter, PCSELs have so far been designed for large-area emission apertures of hundreds of micrometers which obstructs them for high-modulation rate applications such as Gbp/s communication or FMCW LiDAR. In the present work, we are developing InP based PCSELs for high-power and high-bitrate applications. We are thereby considering a hybrid InP/Si design based on micro-transfer-print technology. There are important challenges to address in regards to an efficient current injection in a double top-contacted configuration, as well as an efficient scheme for lateral confinement that will allow small-area and thereby low threshold/large bitrate operation. Furthermore, we discuss the different design and fabrication challenges that are associated with this approach.

Fotonisku kristālu virsmu izstarojošu lāzeru projektēšana un izgatavošana telekomunikācijām un sensoriem

Olof Sjödin, Ishwor Koirala, Axel Strömberg, Max Yan,
Anders Hallén, Mattias Hammar

KTH Royal Institute of Technology, Department of Electrical Engineering

Fotonisko kristālu virsmu izstarojošie lāzeri (PCSEL) saņem lielu interesi, pateicoties to spējai veikt apgabalā mērogojamu lieljaudas viena režīma emisiju, kas ievērojami pārsniedz to, ko var sasniegt ar standarta pusvadītāju lāzeriem, piemēram, VCSEL vai DFB. Tas padara tos piemērotus kā kompaktus izstarotājus dažādiem lietojumiem, piemēram, sūkņu lāzeriem, materiālu inženierijai un brīvas telpas optiskajai komunikācijai un sensoriem. Tomēr šajā nolūkā augstas veiktspējas PCSEL ir ierobežoti ar GaAs sistēmu un līdz ar to tuvu infrasarkanu viļņu garuma režīmu aptuveni 1 mm. Turpretim ilgāka viļņa garuma režīmā (1,2–1,6 mm) ir virkne svarīgu pielietojumu, piemēram, uz šķiedru balstītas telekomunikācijas un acīm droša brīvas vietas optiskā komunikācija jeb LiDAR, kam būtu nepieciešami uz InP balstīti PCSEL. Turklāt, tā kā sānu zudumi palielinās, samazinoties ierīces diametram, PCSEL līdz šim ir izstrādāti liela apgabala emisijas atverēm simtiem mikrometru, kas tos traucē augsta modulācijas ātruma lietojumiem, piemēram, Gbp/s saziņai vai FMCW LiDAR. Šajā darbā mēs izstrādājam InP balstītus PCSEL lieljaudas un liela bitu pārraides ātruma lietojumprogrammām. Tādējādi mēs apsveram hibrīda InP/Si dizainu, kura pamatā ir mikropārsūtīšanas-drukšanas tehnoloģija. Ir jārisina svarīgas problēmas saistībā ar efektīvu strāvas ievadišanu dubultā augšējo kontaktu konfigurācijā, kā arī efektīvu sānu ierobežošanas shēmu, kas ļaus darboties nelielā apgabalā un tādējādi ar zemu sliekšni/lielu bitu pārraides ātrumu. Turklāt mēs apspriežam dažādās projektēšanas un ražošanas problēmas, kas saistītas ar šo pieeju.