

## Streszczenie

W ostatnich latach obserwuje się znaczący wzrost zainteresowania emiterami promieniowania średniej podczerwieni, wśród których kluczową rolę odgrywają kwantowe lasery kaskadowe QCL. Ze względu na ogromne wymagania związane z aplikacją w różnych obszarach rozwój nowych, zaawansowanych heterostruktur półprzewodnikowych, wytwarzanie i optymalizacja konstrukcji laserów QCL jest głównym celem badawczym wielu grup naukowych na świecie.

Głównym celem rozprawy doktorskiej było opracowanie podstaw teoretycznych nowej konstrukcji falowodów laserów kaskadowych i wykonanie struktur testowych QCL na bazie heterostruktury InGaAs/AlInAs/InP, w których zaproponowano warstwy ograniczające, charakteryzujące się gradientowym rozkładem koncentracji domieszki aktywnej. Realizację szczegółowych zadań badawczych poprzedzono przeglądem najnowszej literatury, dotyczącej podstaw działania, technologii wytwarzania oraz obszarom zastosowań kwantowych laserów kaskadowych. Wyniki analizy literaturowej, a także wstępne wyniki modelowania takich struktur były motywacją do określenia celu rozprawy doktorskiej oraz zaproponowania modelu nowej konstrukcji falowodów lasera. Przeprowadzono modelowanie struktur QCL na zakres emisji promieniowania 5 i 9  $\mu\text{m}$ . W pierwszej kolejności modelowano wpływ grubości warstwy separującej na takie parametry jak współczynnik uwięzienia modu  $\Gamma_E$  oraz optyczne wzmocnienie progowe  $g_{th}$ . W kolejnym kroku weryfikowano wpływ grubości oraz poziomu domieszkowania warstw ograniczających na wspomniane parametry  $\Gamma_E$  oraz  $g_{th}$ . **Końcowym etapem modelowania dla analizowanych długości fal było wprowadzenie nowatorskiego, gradientowego profilu domieszkowania warstw ograniczających – liniowego i sinusoidalnego.** Otrzymane wyniki przeprowadzonych badań symulacyjnych były podstawą do zaproponowania nowej konstrukcji laserów QCL oraz jej weryfikacji technologicznej poprzez wytworzenie i pomiary struktur testowych w Katedrze Mikroelektroniki i Nanotechnologii Politechniki Wrocławskiej przy współpracy z Siecią Badawczą Łukasiewicz – IMiF, firmą VIGO oraz zespołem prof. Tomasza Czyszanowskiego z Politechniki Łódzkiej.

Przed wykonaniem struktur testowych laserów QCL przeprowadzono szereg procesów optymalizujących parametry wzrostu poszczególnych warstw. Opisano wyniki pomiarów struktur testowych warstw trójskładnikowych InGaAs oraz AlInAs, studni kwantowych InGaAs/AlInAs oraz rdzenia lasera na bazie heterostruktury InGaAs/AlInAs/InP. W ostatnim etapie technologicznym dokonano analizy wpływu zmiany grubości oraz profilu domieszkowania warstwy ograniczającej na pracę lasera. Zaprezentowano badania wstępne wytworzonych struktur testowych z zaproponowanymi zmianami warstw falowodowych oraz określono wpływ gradientowego rozkładu domieszkowania na ich parametry użytkowe.

*Adriana Łazińska*