

Projekt pt. „Nowe konstrukcje długofalowych kwantowych laserów kaskadowych na podłożach InP” ma na celu opracowanie nowych przyrządów emitujących promieniowanie w zakresie średniej podczerwieni o długości fali emitowanej w przedziale $10\ \mu\text{m} \div 16\ \mu\text{m}$ do zastosowań w spektroskopii gazowej. Przyrządy te działają na zasadzie emisji wewnętrzzpasmovej, a ich unikalną cechą jest możliwość uzyskania różnych długości fali emitowanej z laserów opartych o ten sam układ materiałowy, poprzez zastosowanie różnej geometrii studni i barier w supersieciowym obszarze aktywnym. Długofalowe lasery kaskadowe wykonywane są zwykle w oparciu o układ materiałowy AlGaAs/GaAs, natomiast lasery z zakresu $3.5\ \mu\text{m} \div 10.0\ \mu\text{m}$ wykorzystują struktury InAlAs/InGaAs/InP na podłożach z fosforu indu InP. Ten drugi układ materiałowy pozwala na osiągnięcie lepszych parametrów pracy przyrządów, za cenę jednak trudniejszej technologii epitaksji heterostruktury.

Prowadzone badania koncentrować się będą na nowych konstrukcjach laserów. Największym wyzwaniem jakie spodziewamy się napotkać będzie minimalizacja wpływu strat absorpcyjnych i uzyskanie wystarczającej dla generacji inwersji obsadzeni w obszarze czynnym lasera. Dotychczas nie opracowano wydajnych laserów kaskadowych w interesującym nas obszarze długości fal. Z uwagi na straty absorpcyjne na swobodnych nośnikach, które rosną z kwadratem długości fali emitowanej, laser emitujący falę o długości $\lambda=16\ \mu\text{m}$ posiada niemalże dziesięciokrotnie większe straty optyczne w rezonatorze niż laser emitujący falę o długości $\lambda=5\ \mu\text{m}$. Prace eksperymentalne będą ściśle powiązane pracami teoretycznymi i symulacją numeryczną działania przyrządów, co powinno umożliwić określenie optymalnych parametrów konstrukcyjnych laserów.

Kwantowe lasery kaskadowe są kluczowym elementem w układach spektroskopii śladowych ilości substancji gazowych w zakresie średniej podczerwieni. Pozwalają na detekcję i analizę składu różnych substancji gazowych z dokładnością jednej cząstki na miliard (ang. part per bilion). Prowadzone pomiary mają charakter nieinwazyjny i bezdotykowy. Daje to możliwość wykorzystania tych układów w medycynie, monitoringu procesów przemysłowych, ochronie środowiska czy aplikacjach wojskowych. W zakresie $10\ \mu\text{m} \div 16\ \mu\text{m}$ występują silne linie absorpcyjne węglowodorów aromatycznych oraz rozpuszczalników organicznych m.in. benzenu, toluenu, etylobenzenu lub ksyleny. W zakresie tym brak jest jednak emiterów o wystarczająco dobrych parametrach pracy, a jest to warunek konieczny osiągnięcia wysokiej wykrywalności w układach detekcyjnych.

Efektom projektu będzie wytworzenie przy pomocy epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) przyrządów emitujących w paśmie $10\ \mu\text{m} \div 16\ \mu\text{m}$ w temperaturze pokojowej, wykonanych w oparciu o układ materiałowy $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}/\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{InP}$. Lasery te dedykowane będą do zastosowań w układach detekcji śladowych ilości substancji gazowych posiadających pasma absorpcyjne w zakresie, w którym dotychczas nie było wydajnych, kompaktowych źródeł promieniowania laserowego.