

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU BADAWCZEGO

Azotkowe lasery VCSEL jako źródła sygnału w systemach komunikacji VLC

(Należy podać cel projektu, opisać jakie badania realizowane będą w projekcie oraz podać powody podjęcia danej tematyki badawczej).

Od samego początku lasery półprzewodnikowe były rozważane jako źródła sygnału w optycznych systemach przesyłu danych. Ideą tych systemów jest emisja modulowanego światła niosącego informację, które jest przysyłane na mniejsze lub większe odległości i dociera do odbiornika propagując się w powietrzu (lub innym ośrodku, na przykład w światłowodzie). Lasery półprzewodnikowe są tutaj niemal idealnym źródłem sygnału, gdyż charakteryzują się dużą sprawnością i dużą szybkością modulacji oraz posiadają przy tym niewielkie rozmiary. Jeśli chodzi o przesył informacji na niewielkich odległościach, np. w centrach danych, ogromny sukces odniosły lasery VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Lasers) emitujące fale z zakresu 800 – 1000 nm. Wykonuje się je z materiałów opartych na arsenku galu. Lasery VCSEL cechują się bardzo dobrymi parametrami emitowanej wiązki przy jednoczesnym zapewnieniu minimalnego poboru mocy oraz ich masowej produkcji i niskiej ceny.

W ostatnich latach trwają intensywne badania nad laserami VCSEL wykonanymi z materiałów azotkowych, emitujących promieniowanie z zakresu od fioletowego do zielonego. Jak dotąd stworzono jedynie prototypy działających konstrukcji. Bardzo prawdopodobne, że w najbliższych latach lasery VCSEL tego typu znajdą komercyjne zastosowania w tym zastosowania w optycznym przesyśle informacji. Dlatego też, już na tym etapie badań, ważna jest optymalizacja tych konstrukcji właśnie pod względem ich potencjalnych zastosowań w tych systemach. Powszechnie uważa się że jednym z tych zastosowań może być komunikacja z wykorzystaniem światła widzialnego VLC (Visible Light Communication) w zakresie 390 – 750 nm. Należy do niej, dynamicznie w tej chwili rozwijająca się, bezprzewodowa komunikacja Li-Fi (Light Fidelity), która w wielu zastosowaniach mogłaby zastąpić powszechnie wykorzystywane Wi-Fi (Wireless Fidelity). Komunikacja Li-Fi ma tą zaletę, że dzięki wykorzystaniu światła widzialnego nie powoduje zakłóceń elektromagnetycznych, w przeciwieństwie do Wi-Fi, w której wykorzystywane są mikrofały. Dlatego też Li-Fi byłaby idealnym rozwiązaniem w bezprzewodowych sieciach lokalnych, samochodach, samolotach, elektrowniach jądrowych czy szpitalach, oferując przy tym znacznie większe pojemności przesyłu danych.

W testowych badaniach nad systemami VLC jako źródła światła wykorzystuje się jak na razie diody LED (Light-Emitting Diode). Jednakże szybkość modulacji emitowanego przez nie światła jest ograniczona do dużo mniejszych wartości w porównaniu z laserami VCSEL. Powstały również testowe systemy, w których wykorzystano półprzewodnikowe azotkowe lasery o emisji krawędziowej EEL (Edge Emitting Laser). Na podstawie doświadczeń z arsenkowych laserów VCSEL, azotkowe lasery VCSEL z kilku powodów mogłyby być lepsze w porównaniu do laserów EEL. Poprzez powierzchniową emisję promieniowania możliwe jest np. łatwe tworzenie z nich dwuwymiarowych matryc. Ponadto lasery te charakteryzują się mniejszymi rozmiarami od laserów EEL oraz wymagają zasilania mniejszymi prądami. Kolejnym ich atutem jest to, że emitują one wiązkę o dużo lepszych parametrach optycznych. Lasery VCSEL wykonywane w technologii arsenkowej, emitujące wiązki w zakresie podczerwieni są obecnie najlepszymi emiterami światła modulowanego do zastosowań na małych odległościach. Istnieje zatem duże prawdopodobieństwo, że w ciągu najbliższych lat azotkowe lasery VCSEL emitujące światło widzialne będą również powszechnie używane do podobnych zastosowań.

Wspomniane systemy optycznego przesyłu danych działają w taki sposób, że urządzenia emitują światło z bardzo dużą częstotliwością modulacji. Sygnał w postaci zer i jedynek odbierany jest przez odpowiedni detektor. Jednakże szybkość modulacji sygnału świetlnego emitowanego przez laser poddana jest pewnym ograniczeniom elektrycznym i optycznym, w efekcie szybkość przesyłu danych jest ograniczona. W ramach projektu planowane jest zbadanie zarówno obecnie istniejących konstrukcji azotkowych laserów VCSEL jak i konstrukcji zaprojektowanych w ramach grantu. Analiza będzie dotyczyła elektrycznych zjawisk pojemnościowych mających niekorzystny wpływ na właściwości modulacyjne tych struktur. Badania zostaną przeprowadzone na gruncie analizy numerycznej, której bazą będą modele i oprogramowanie powstałe w Zespole Fotoniki Politechniki Łódzkiej. Celem projektu jest poznanie, które zjawiska fizyczne decydują o szybkości modulacji w azotkowych laserach VCSEL oraz optymalizacja rozwiązań konstrukcyjnych i parametrów materiałowych tych przyrządów w taki sposób, aby niekorzystne efekty pojemnościowe w nich występujące były jak najmniejsze, a lasery pracowały najefektywniej.