

## **Streszczenie popularnonaukowe**

Przedmiotem projektu są badania nad nowym typem laserów półprzewodnikowych, laserami polarytonowymi, które fundamentalnie różnią się od klasycznych urządzeń pod względem mechanizmu generacji światła spójnego.

Lasery polarytonowe operują w tzw. zakresie silnego sprzężenia pomiędzy materiałem aktywnym a polem świetlnym uwięzionym w rezonatorze optycznym. W tym wypadku ultra-szybka wymiana energii pomiędzy ekscytonami, które są wzbudzeniem elektronów w półprzewodnikowym materiale aktywnym, a fotonami, kwantowymi cząstkami światła, prowadzi do uwspólniania ich właściwości, przez co tworzą one nowy typ cząstki zwanej polarytonem ekscytonowym lub po prostu polarytonem. Cząstki te charakteryzują się właściwościami na pograniczu światła (znikoma masa) oraz materii (podlegają silnym oddziaływaniom). Grupa polarytonów jest w stanie skondensować do stanu nazywanego kondensatem Bosego-Einsteina, który określany jest często piątym stanem materii. Wszystkie polarytony zgromadzone w kondensacie mają te same własności, tzn. są ze sobą w ustalonej fazie. Tą własność, zwaną koherencją lub spójnością, przenoszą ze sobą fotony emitowane w skutek zaniku kondensatu, a sama struktura staje się generatorem koherentnego i monochromatycznego promieniowania świetlnego, o podobnych własnościach jak dla typowych laserów. Zaletą laserów polarytonowych jest ich wydajność energetyczna, gdyż potrzebują one znacznie mniej energii potrzebnej do generacji światła niż typowe obecnie dostępne lasery klasyczne. Wadą laserów polarytonowych jest konieczność chłodzenia do bardzo niskich temperatur, co najmniej dwustu stopni poniżej temperatury zamarzania wody, w celu ich efektywnej pracy. Wada ta hamuje rozwój technologii laserów polarytonowych w celu ich praktycznej aplikacji.

Celem projektu jest osiągnięcie poprawnej pracy laserów polarytonowych wytworzonych na bazie półprzewodnikowego stopu materiałowego arsenu i galu (GaAs) w temperaturach zbliżonych do temperatury pokojowej. Badania będą oparte o nową architekturę struktury lasera, wykorzystującej dodatkowo glin (Al) w stopie GaAs w obszarze aktywnym urządzenia. Dodatkowo wykorzystane będzie nowe podejście do optycznej generacji kondensatu polarytonowego polegające na odseparowaniu miejsca, gdzie znajduje się kondensat, od miejsca, w którym generowane jest wzbudzenie. Zabiegi te mają na celu zwiększenie odporność lasera polarytonowego na negatywne skutki podwyższonych temperatur.

Dodatkowym aspektem badań w projekcie jest wykorzystanie specyficznych zjawisk fizycznych w kondensacie polarytonowym do emisji paczek światła zamiast ciągłej generacji promieniowania. W razie sukcesu, byłaby to pierwsza realizacja impulsowego lasera polarytonowego.

Realizacja projektu może stać się ważnym krokiem w kierunku praktycznego wykorzystania laserów bazujących na efekcie polarytonowym w nowoczesnych technologiach optoelektronicznych.