

Diody laserowe są wytwarzane na bazie dwóch typów półprzewodników. Diody podczerwone (używane np. w telekomunikacji światłowodowej, w odtwarzaczach CD) i czerwone (w odtwarzaczach DVD) są wytwarzane na podłożach z InP lub GaAs. Są to kryształy o symetrii kubicznej (ich atomy tworzą sześcienną siatkę) i przy deformacji jednoosiowej (prostopadle do jednej z osi) symetria się obniża (z sześcienną siatką robi się prostokątną). Prowadzi to do rozszczepienia i przesunięcia pasm energetycznych w kryształach zależnych od tzw. potencjałów deformacyjnych. Drugi typ półprzewodnika używanego do wytwarzania laserów niebieskich i zielonych (stosowanych np. w odtwarzaczach BlueRay lub projektorach laserowych) to azotek galu GaN (i jego stopy z azotkiem indy InN i glinu AlN). Półprzewodniki azotkowe krystalizują na ogół w strukturze wurcytu, która przypomina kryształ kubiczny rozciągnięty w kierunku przeczynnej osi. To rozciągnięcie prowadzi do rozdzielenia płaszczyzn dodatniego i ujemnego ładunku w kryształach, co wytwarza pole elektryczne (i polaryzację) w objętości kryształu. Kryształy takie nazywamy polarnymi, w odróżnieniu od kryształów kubicznych, w których pola elektryczne nie ma. W kryształach polarnych oprócz przesunięcia pasm energetycznych istnieje jednoosiowe (wzdłuż kierunku polaryzacji) bandy, które również zmieniają odległość płaszczyzn ładunkowych a więc bandy zmieniają pole elektryczne. Deformacja w kierunkach niezmienianych odległość płaszczyzn ładunkowych nie bandy wpływa na pole elektryczne. W strukturach laserowych na wielkość pola elektrycznego wpływa również przyłożone z zewnątrz napięcie oraz obecność swobodnych ładunków w kryształach - swobodne ładunki wytwarzają pole przeciwne do pola obecnego w kryształach; mówimy, że "ekranują" zewnętrzne pole.

W niniejszym projekcie planujemy zbadać, jak zmienia się własności lasera półprzewodnikowego pod działaniem ciśnienia prostopadłego do płaszczyzny laserowej dla polarnych (typu GaAs) i niepolarnych struktur (typu GaN). Pozwoli to na zrozumienie roli przesunięcia pasm oraz roli pola elektrycznego w strukturze. Musimy kontrolować ilość swobodnych ładunków w laserze (ekranujących pole elektryczne). Ciśnienie jednoosiowe może zmienić długość fali lasera (kolor światła) oraz prąd konieczny do wzbudzenia akcji laserowej (tzw. prąd progowy). Wykonamy te pomiary fotoprądu, polegające na oświetleniu lasera światłem monochromatycznym (jednobarwnym) i wyznaczeniu natężenia prądu indukowanego światłem. Jest to w przybliżeniu równoważne pomiarom pochłaniania światła w warstwie aktywnej lasera i pozwala wyznaczyć energie przejść optycznych między poziomami energetycznymi lasera. Różne poziomy przesuwają się różnymi prądami pod wpływem jednoosiowego ciśnienia, co pozwala na ich identyfikację. Przecinanie się tych poziomów może prowadzić do zmiany tzw. "polaryzacji" światła laserowego.

W strukturach azotkowych (lasery niebieskie i zielone) wiele parametrów jest jeszcze słabo znanych; spodziewamy się, że pomiary w funkcji ciśnienia jednoosiowego pozwolą wyznaczyć potencjały deformacyjne dla pasm energii oraz tzw. stałe piezoelektryczne określające zmiany polaryzacji przy deformacji.

Wykonaliśmy specjalny układ do pomiarów jednoosiowych: próbka laserowa (o wymiarach rzędu 1 x 0.5 x 0.1 mm) jest zaciśnięta między dwiema stalowymi "kolumnami" w kierunku prostopadłym do warstwy aktywnej lasera. Prąd jest dostarczany przez te dwie kolumny a nacisk wywierany na próbkę jest mierzony tensometrem. Siła nacisku zmienia się od zera do 400 N co przy powierzchni próbki rzędu 0.5 mm² oznacza zakres ciśnienia od 0 do 8 kbar (0.8 GPa). Cały układ znajduje się na przesuwie XY pod obiektywem mikroskopu. Emisja laserowa jest mierzona tzw. Optycznym Analizatorem Widma lub spektrometrem a światło monochromatyczne do pomiarów fotoprądu uzyskujemy z lampy i monochromatora albo ze światłowodowego źródła światła białego i monochromatora. Otrzymaliśmy już wstępne wyniki na tym układzie pomiarowym wskazujące na silne zmiany widm emisji i prądów progowych różnych próbek laserowych.

W najbliższym czasie będziemy prowadzić obliczenia wpływu ciśnienia jednoosiowego na własności struktury laserowej i porównamy wyniki tych obliczeń z wynikami naszych pomiarów.