

Funkcjonalizacja powierzchniowa p-(Al)GaN poprzez użycie MXenes – inżynieria kontaktowa dla wydajnych emiterów głębokiego UV

Emitery głębokiego promieniowania UV oparte na AlGaIn z dużą zawartością Al mają wiele zalet w porównaniu z wciąż szeroko stosowanymi lampami rtęciowymi: niską toksyczność, małe rozmiary, długi czas pracy, brak czasu nagrzewania i niskie napięcie robocze. Jedyną wadą takich urządzeń jest niska wydajność emisji, która wynika z takich czynników jak wysoka gęstość dyslokacji propagujących w warstwie AlGaIn czy niska koncentracja dziur w warstwie p-AlGaIn. Kolejnym wyzwaniem jest znalezienie odpowiedniego materiału na warstwę kontaktową typu p, który byłby przezroczysty dla światła UV i charakteryzował się niską rezystywnością. Obecnie p-GaN i p-AlGaIn są materiałami stosowanymi jako warstwa stykowa w diodach głębokiego UV. Niestety p-GaN charakteryzuje się silną absorpcją UV. Zastosowanie p-AlGaIn zwiększa efektywność ekstrakcji światła, jednak prowadzi do pogorszonych parametrów styku i krótszej żywotności urządzenia. W przypadku warstwy stykowej p-AlGaIn konieczne jest zastosowanie materiału p-elektrody o dużej pracy wyjścia, aby uzyskać charakterystykę omową. Powszechnie stosowane elektrody, takie jak Ni/Au lub Ni/Al, charakteryzują się wysokim napięciem przewodzenia, które generuje ciepło, a w konsekwencji skraca żywotność diody LED. Ponadto duże niedopasowanie sieci między GaN a większością elektrod metalicznych prowadzi do pojawienia się nieciągłej granicy faz metal/półprzewodnik ze zniekształceniami sieci i defektami międzyfazowymi.

Z drugiej strony niedawno pojawił się nowy typ materiałów 2D zwanych MXenes, które mają wiele unikalnych właściwości, takich jak przewodność metaliczna, elastyczność, dobra transmitancja i stabilność chemiczna. Dzięki tym właściwościom nadają się do stosowania jako elektrody w urządzeniach optoelektronicznych i elektronicznych. Przegląd literatury wskazuje, że dotychczasowe badania skupiały się głównie na integracji warstw $Ti_3C_2T_x$ MXene z (n/p)-GaN. Warto zatem zaznaczyć, że dotychczas nie opublikowano żadnych prac eksperymentalnych nad połączeniem innych MXenów z materiałem p-AlGaIn.

Przedmiotem badań będzie integracja p-AlGaIn z MXenami (wykazującymi wysoką pracę wyjścia) i jej wpływ na właściwości elektryczne próbek, takie jak koncentrację dziur, rezystywność i charakterystykę I-V. W ramach tego projektu postawiono hipotezę, że funkcjonalizacja powierzchniowa półprzewodnika p-AlGaIn poprzez zastosowanie odpowiednich materiałów MXene poprawi charakterystykę omową AlGaIn domieszkowanego Mg o wysokiej zawartości Al (~60%). W ramach tych badań próbki III-N będą wzrastane metodą epitaksji z wiązek molekularnych, a także metodą epitaksji metaloorganicznej z fazy gazowej, natomiast do wytworzenia MXene/p-(Al)GaIn struktur zostanie zastosowana tzw. metoda *facile drop casting*. Ze względu na wpływ różnych grup funkcyjnych MXenes na ich pracę wyjścia, uwzględniona zostanie w tym projekcie również obróbka cieplna warstw 2D.

Oczekuje się, że pomyślna realizacja innowacyjnego podejścia zaprezentowanego w tym projekcie pomoże w zrozumieniu zjawisk fizycznych na granicy faz MXenes/III-N i przewyższeniu jednego z czynników zmniejszających efektywność emisji półprzewodnikowych emiterów głębokiego UV.