

Zjawiska elektronowe na interfejsach opartych na GaN badane metodą spektroskopii elektromodulacyjnej

Ewelina Anna Zdanowicz

Streszczenie

Niniejsza rozprawa doktorska jest cyklem czterech publikacji poświęconych badaniu zjawisk elektronowych na złączu azotek galu (GaN)/powietrze, GaN/kryształ van der Waals'a i GaN/perowskit metodami spektroskopii elektromodulacyjnej, a w szczególności bezkontaktowego elektroodbicia. Badanie transferu nośników przez powierzchnię GaN i jego złącza z nowoczesnymi materiałami jest głównym problemem badawczym podejmowanym w tej pracy.

Pierwszy rozdział stanowi zwięzłe wprowadzenie w tematykę i opis badanych materiałów. Kolejna, główna część rozprawy, składa się z czterech rozdziałów odpowiadających poszczególnym publikacjom.

W drugim rozdziale, przybliżającym stosowaną metodologię eksperymentalną, omówiono wpływ efektu fotowoltaicznego na wbudowane pole elektryczne przy powierzchni GaN. Ponadto zoptymalizowano warunki pomiarowe i przedstawiono architekturę podłoży z kontrolowanym rozkładem wbudowanego pola elektrycznego, gdyż stanowią one punkt wyjścia do badań prezentowanych w dalszych pracach.

Trzeci rozdział przedstawia badania złącza h-BN/GaN. Poprzez wyniki uzyskane z pomiarów elektromodulacyjnych wykazano, że h-BN powoduje wzrost powierzchniowej bariery potencjału na powierzchni GaN, co wskazuje na przesunięcie powierzchniowego poziomu Fermiego w głąb przerwy energetycznej GaN. Zostało to wytłumaczone poprzez transfer elektronów z powierzchniowych stanów GaN do natywnych stanów akceptorowych w h-BN. Ponadto, wykorzystując badane złącze zbudowano diodę Schottky'ego, której charakterystyki prądowo-napięciowe pozwoliły na pozytywną weryfikację wyników pomiarów optycznych.

W rozdziale czwartym analizowany jest transfer nośników na złączu MAPbI₃/GaN, gdzie MA = CH₃NH₃⁺. Pokazano, że jego kierunek zależy od położenia poziomu Fermiego na powierzchni GaN. Ponadto zaprezentowano szybki, działający w szerokim zakresie spektralnym oraz samozasilający fotodetektor na bazie tegoż złącza.

W piątym rozdziale opisano temperaturową zależność powierzchniowej bariery potencjału w GaN. Poprzez analizę porównawczą materiałów takich jak GaN i GaAs oraz struktury h-BN/GaN i grafen/GaN zaproponowano mechanizm indukowanej temperaturowo redystrybucji nośników na powierzchni GaN jako odpowiedzialny za obserwowaną zależność.

W efekcie, w niniejszej rozprawie potwierdzono hipotezę, że metodologia łącząca wykorzystanie struktur GaN z kontrolowanym rozkładem wbudowanego pola elektrycznego i spektroskopię bezkontaktowego elektroodbicia, ma pełne zastosowanie do badania zjawisk elektronowych na powierzchni i złączach GaN z kryształami van der Waals'a i perowskitami, które ze względu na olbrzymi potencjał aplikacyjny w optoelektronice znajdują się obecnie w centrum zainteresowania zarówno środowisk naukowych jak i podmiotów komercyjnych.