

Streszczenie polskie

Niniejsza rozprawa prezentuje rozległe badania własności optycznych półprzewodnikowych struktur niskowymiarowych przeznaczonych do emisji promieniowania w zakresie średniej podczerwieni, odgrywającego kluczową rolę w optycznej detekcji gazów, monitoringu zanieczyszczenia środowiska oraz kontroli procesów przemysłowych.

Badania zrealizowano stosując szeroką gamę technik spektroskopowych w tym fotoluminescencję, fotoodbicie, czasowo-rozdzielczą fotoluminescencję oraz ultraszybkie eksperymenty typu 'pump-probe'.

Analizowane zostały układy materiałowe takie jak GaSbBi i InSbBi, które poprzez wprowadzenie atomów bizmutu do tradycyjnych półprzewodników antymonkowych oferują możliwość zwiększenia długości fali emisji poprzez redukcję wartości przerwy energetycznej. Przeanalizowany został wpływ zmiany składu, naprężeń oraz warunków wzrostu na strukturę pasmową, sprzężenie spin-orbita, generację defektów i ostatecznie na dynamikę nośników ładunku.

Badania zrealizowano także dla heterozłączy InAsSbP/InAsSb oraz studni kwantowych InAsSb/GaSb/InAsSb. W pierwszej grupie zbadane zostały zależności między procesami promienistymi i niepromienistymi. Poprzez analizę wyznaczonych eksperymentalnie zależności dla wartości przerwy energetycznej i wartości rozszczepionego poziomu spin-orbita, wyznaczono zakres spektralny stosowalności InAsSb w temperaturze pokojowej, dla którego wykazano redukcję niepożądanych procesów Augera.

W przypadku studni kwantowych skupiono się na zbadaniu wpływu tzw. czasu 'soakingu antymonowego' podczas procesu wzrostu na jakość międzypowierzchni studnia/bariera. Tu, rosnące charakterystyczne czasy zaniku sygnałów pump-probe (dla studni wzrastanych z dłuższym soaking time) powiązane zostały z faktem redukcji procesów dyfuzji atomowej między warstwami i poprawą jakości międzypowierzchni.

Otrzymane w pracy wyniki dostarczają nowych informacji o właściwościach optycznych badanych układów materiałowych, zapewniając wskazówki do optymalizacji już istniejących oraz projektowania nowej generacji obszarów aktywnych emiterów w zakresie średniej podczerwieni.