

Streszczenie

Detektory optyczne na zakres średniej podczerwieni są dynamicznie badane w ostatnich latach pod względem architektury jak i poszukiwania nowych materiałów aktywnych w celu poprawy ich wydajności. Urządzenia te są wykorzystywane w zastosowaniach militarnych, przemysłowych, medycznych jak i komercyjnych. Wśród najbardziej istotnych aplikacji można wyróżnić optyczną detekcję gazów będącą podstawą współczesnych systemów wczesnego ostrzegania, ochrony środowiska, a także diagnostyki medycznej. W pracy zostały przedstawione badania optyczne nowoczesnych materiałów aktywnych przeznaczonych jako obszary aktywne do detektorów na zakres podczerwieni, takich jak na przykład supersieci II-typu InAs/GaSb, InAs/InAsSb. W pracy została przedstawiona szczegółowa metodologia pomiarów spektroskopowych, wykorzystujących spektroskopię fourierowską, metody modelowania numerycznego oraz teoria, na podstawie której zostały wyjaśnione zjawiska fizyczne zaobserwowane w zmierzonych widmach optycznych. Ponadto, przeprowadzono identyfikacje przejść optycznych w supersieciach InAs/GaSb na podłożu z GaAs oraz doświadczalną weryfikację modeli numerycznych opisujących wpływ interfejsów międzywarstwowych na właściwości optyczne badanych materiałów. Przedstawiono również teoretyczny efekt zmiennego charakteru (ciężko i lekko dziurowego) pasm walencyjnych w funkcji wektora falowego, który został potwierdzony doświadczalnie przy pomocy badań fotoodbiciowych zrealizowanych w funkcji polaryzacji światła próbkującego. W dalszej części zbadany został wpływ procesów inżynierii interfejsów na charakterystyki optyczne supersieci InAs/GaSb wzrastanych na podłożu GaSb. Wykonano obliczenia numeryczne związanych stanów kwantowych, które pozwoliły na identyfikację poszczególnych przejść optycznych, a także wytłumaczyły wpływ zmiany parametrów wzrostu na energie przejść optycznych w badanych supersieciach. Wysoka precyzja pomiarów pozwoliła na dobranie odpowiednich parametrów numerycznych modelu aby z dużą dokładnością opisać zjawiska fizyczne zachodzące w badanych strukturach. Kolejnym elementem pracy była identyfikacja przejść optycznych w supersieciach InAs/InAsSb. Przeprowadzone badania optyczne pozwoliły w połączeniu z obliczeniami numerycznymi na wyznaczenie nieciągłości pasm energetycznych w strukturach. Zidentyfikowano również mechanizmy relaksacji nośników w przy pomocy czasowo rozdzielczej spektroskopii absorpcji przejściowej. Ostatnim elementem pracy była identyfikacja przejść optycznych zachodzących w rezonansowych diodach tunelowych. Przedstawiono wyjaśnienie natury wysokiej polaryzacji jednego z obserwowanych sygnałów w widmach fotoluminescencji. Sygnał ten został utożsamiony z dwuwymiarowym gazem dziurowym powstałym w trójkatnej studni kwantowej na międzypowierzchni GaInAsSb/GaSb.