

## Streszczenie

Rozwój optoelektroniki uwarunkowany jest niewątpliwie postępowaniem technologicznym i materiałowym w tym rozwoju technologii półprzewodników III-V. Wymagania pracy ze ściśle zdefiniowaną długością promieniowania i jednocześnie dużą sprawnością konwersji sygnału elektrycznego na sygnał optyczny i odwrotnie spełniają półprzewodniki wieloskładnikowe lub zaawansowane układy tych materiałów. Kluczowym na obecnym etapie rozwoju jest opanowanie technologii wzrostu półprzewodników o oczekiwanych parametrach, pozwalając na realizację wyników teoretycznych prac naukowych. W tym zakresie definiowane są właściwości warstw półprzewodnikowych, możliwe do uzyskania jedynie w materiałach wieloskładnikowych, których technologia stanowi duże wyzwanie, ze względu na ich ograniczoną mieszalność wzajemną, niejednorodny rozkład poszczególnych pierwiastków, czy naprężenia wynikające z niedopasowania sieciowego i termicznego. Te problemy technologiczne wpływają na właściwości materiałowe kolejno osadzanych warstw i implikują strukturę energetyczną całej struktury.

W pracy został podjęty temat charakteryzacji wieloskładnikowych materiałów półprzewodnikowych, wiarygodnej identyfikacji ich niejednorodnego składu materiałowego, z próbą wskazania przyczyn oraz wpływu tego zjawiska na parametry użytkowe końcowego przyrządu optoelektronicznego. Badano materiały trójskładnikowe i czteroskładnikowe. Do grupy badanych związków trójskładnikowych należały stopy: GaAsN, InGaAs oraz AlInAs. W grupie materiałów czteroskładnikowych badano stopy rozcieńczonych azotków: InGaAsN oraz GaAsNSb. Każda struktura była zmierzona metodą dyfrakcji rentgenowskiej wysokiej rozdzielczości HRXRD a analiza otrzymanych wyników dyfrakcyjnych była skorelowana z danymi pomiarowymi, uzyskanymi z co najmniej jednej dodatkowej metody diagnostycznej. Zostały wykazane pewne uniwersalne cechy materiałów zawierających ind, a także półprzewodników z grupy rozcieńczonych azotków i ich wpływ na właściwości materiałowe i użytkowe konkretnych przyrządów. Dodatkowo, podjęto temat charakteryzacji warstw o grubościach subnanometrowych, które były kluczowe w opracowaniu technologii struktury epitaksjalnej kwantowego lasera kaskadowego. Przeprowadzono również porównanie składu materiałowego warstw cienkich i grubych, osadzanych w tych samych warunkach procesu technologicznego. W wypadku struktur wykazujących niejednorodności została podjęta próba eliminacji lub redukcji ich wpływu na właściwości struktur przyrządowych. Przeprowadzone w ramach rozprawy doktorskiej badania są źródłem wiedzy na temat właściwości półprzewodników wieloskładnikowych, w tym z grupy rozcieńczonych azotków, niedoskonałości wykonywanych struktur epitaksjalnych, złożoności charakteryzacji materiałów o niejednorodnym składzie, a także ograniczeń technologicznych związanych z wybraną techniką i stanowiskami epitaksjalnymi, co jest istotnym wkładem w rozwój technologii zaawansowanych struktur przyrządowych.

Katarzyna Bielec