

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

NA TEMAT: „Rozwój metod charakteryzacji *in situ* procesu MOVPE osadzania warstw azotkowych (AIIIN)”

Heterostruktury wykonane na bazie azotków trzeciej grupy układu okresowego (AIIIN) znajdują zastosowanie w nowoczesnych przyrządach półprzewodnikowych takich jak tranzystory mikrofalowe i tranzystory dużej mocy, w elementach optoelektronicznych (diody elektroluminescencyjne i laserowe UV/DUV) oraz w czujnikach np. czujnikach gazu z powierzchniową falą akustyczną. Heterostruktury, w zależności od ich właściwości i przeznaczenia, są wytwarzane na podłożach wykonanych z węgla krzemu (SiC), szafiru (Al_2O_3) i krzemu (Si). Głównym ograniczeniem procesu heteroepitaksji jest niedopasowanie stałych sieci warstwy epitaksjalnej i podłoża półprzewodnikowego oraz niedopasowanie ich współczynników rozszerzalności termicznej. Różnica wymiarów komórek elementarnych warstwy epitaksjalnej i podłoża jest główną przyczyną powstawania dużej ilości defektów w strukturze krystalizującej warstw. Dlatego do wytwarzania nowoczesnych przyrządów półprzewodnikowych opartych na związkach AIIIN wymagana jest gruba, jednorodna warstwa bufora o zadanych właściwościach (np. poziomie domieszkowania). Charakteryzacja *in situ* parametrów procesu oraz osadzanego materiału umożliwia wytwarzanie warstw epitaksjalnych o oczekiwanej grubości, składzie i o małych naprężeniach wewnątrz struktury. Analiza temperatury, niejednorodności temperaturowej, szybkości wzrostu i grubości warstwy epitaksjalnej, w trakcie jej wzrostu, umożliwia oddziaływanie w czasie rzeczywistym na przebieg procesu oraz kontrolę powtarzalności właściwości warstw wytwarzanych w kolejnych procesach. Dotychczasowe metody charakteryzacji *in situ* warstw epitaksjalnych wykorzystują typowo analizę przy użyciu dyskretnych długości fal. Wynika to głównie z konstrukcji urządzeń pomiarowych i łatwiejszej interpretacji uzyskanych danych, ale przy zastosowaniu tylko dyskretnych wartości fal tracona jest część informacji zawartych w całym widmie. Urządzenia analizujące *in situ* widmo promieniowania pozwalają na wyznaczanie zarówno parametrów procesu i krystalizowanego materiału, oraz na określanie dotychczas nieanalizowanych parametrów np. temperaturowej zależności krawędzi absorpcji osadzonej warstwy. Dodatkowo pomiary widmowe umożliwiają przeprowadzenie analizy statystycznej dla wybranych długości fal co umożliwia precyzyjne określenie parametrów procesu.

Celem rozprawy doktorskiej było opracowanie stanowiska pomiarowego umożliwiającego pomiary widmowe realizowane wewnątrz stalowego reaktora epitaksjalnego MOVPE (ang. *Metalorganic Vapour Phase Epitaxy* - epitaksji z fazy gazowej ze związków metaloorganicznych), firmy AIXTRON typu CCS 3x2” oraz opracowanie metodologii

pomiarowej umożliwiającej analizę takich parametrów jak: grubość warstwy, szybkość wzrostu oraz pośrednio temperatury warstwy epitaksjalnej z wykorzystaniem zależności zmian przerwy energetycznej od temperatury.

Przeprowadzone badania potwierdziły dużą dokładność i powtarzalność uzyskiwanych danych oraz wskazały ograniczenia zastosowanego systemu pomiarowego i opracowanej metodologii pomiarowej. Zaprojektowane urządzenie pomiarowe umożliwia wszechstronną analizę *in situ* procesu epitaksji azotków trzeciej grupy układu okresowego i nie wymaga stosowania drogich źródeł światła i zaawansowanych spektrometrów optycznych.

Piotr Polkowszka.....

podpis doktoranta