

Wrocław, dnia 05.07.2022

Łukasz Pawlaczek  
imię i nazwisko kandydata

**STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**  
**NA TEMAT: „Dyfrakcja rentgenowska w badaniach niedopasowanych sieciowo stopów i struktur półprzewodnikowych”**

Rozprawa doktorska zatytułowana: „Dyfrakcja rentgenowska w badaniach niedopasowanych sieciowo stopów i struktur półprzewodnikowych” została zrealizowana w Katedrze Nanometrologii, na Wydziale Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów Politechniki Wrocławskiej pod opieką promotora dr. hab. inż. Jarosława Serafińczuka, prof. uczelni.

Celem pracy było opracowanie metod charakteryzacji stopów niedopasowanych sieciowo i struktur półprzewodnikowych z wykorzystaniem zmodyfikowanych technik pomiarowych i metod analiz wyników. Badaniu poddano takie parametry jak: gęstość dyslokacji, parametry sieciowe i wynikające z nich wartości odkształceń i naprężeń sieci krystalicznej, czy też grubość struktur niskowymiarowych.

W przedstawionej rozprawie można wyróżnić dwie główne części: część teoretyczną (literaturową) i część badawczą. Część teoretyczna przedstawia opis elementów krystalografii, w którym wyszczególniono zagadnienia związane z podstawowymi zagadnieniami budowy kryształu takimi jak: komórka elementarna, sieć odwrotna czy też grupa przestrzenna. Następnie opisana została główna metoda pomiarowa wykorzystywana w przeprowadzonych w ramach pracy doktorskiej badaniach niedopasowanych sieciowo stopów i struktur półprzewodnikowych – dyfrakcja rentgenowska. Rozdział ten obejmuje objaśnienie takich zagadnień jak wyprowadzenie równania Bragga, opis najważniejszych elementów budowy dyfraktometru rentgenowskiego, czy też przedstawienie zasady jego działania.

Część badawcza rozprawy podzielona została na trzy obszary. Każdy z nich prezentuje opis teoretyczny przedstawionego zagadnienia oraz wyniki przeprowadzonych badań. Pierwszy obszar obejmuje opis defektów występujących w kryształach. Znaleźć w nim można charakterystykę defektów punktowych, liniowych oraz powierzchniowych wraz z opisem metod wyznaczania wartości gęstości dyslokacji. Obszar ten opisuje wykorzystanie nowatorskiej metody wyznaczania wartości gęstości dyslokacji krawędziowych dla różnych

materiałów, m.in. GaN, AlN, AlGaIn oraz GaIn wyhodowany metodą amonotermalną. W rozdziale wykazano, że dzięki opracowanej metodzie możliwe jest wyznaczenie gęstości dyslokacji krawędziowych w sposób bezpośredni przy zastosowaniu geometrii krawędziowej.

Kolejny obszar poświęcony jest odkształceniom i naprężeniu – ich powstawaniu, wpływu ich występowania oraz sposobach ich wyznaczania. W toku badań opracowany został bezpośredni sposób wyznaczania parametrów sieciowych oraz obliczania wartości odkształcenia i naprężenia na podstawie wykonanych pomiarów XRD przeprowadzonych od powierzchni oraz od krawędzi próbki. Określono wpływ grubości osadzonej warstwy na wielkości naprężenia i odkształcenia w strukturach AlN/szafir.

Trzeci obszar składa się z opisu zastosowania transformaty Fouriera w określaniu grubości warstw epitaksjalnych. Opracowany przez autora algorytm bazuje na analizie czteroskładnikowych struktur studni kwantowych InGaAsN. Wykazano, że zastosowanie Szybkiej Transformaty Fouriera w analizie krzywych dyfrakcyjnych wykonanych przy pomocy dyfrakcji rentgenowskiej w dużym stopniu usprawnia proces analizy struktur periodycznych.

Podsumowując, w ramach rozprawy doktorskiej opracowano metodykę badań umożliwiających charakteryzację stopów niedopasowanych sieciowo oraz struktur półprzewodnikowych. Opracowane metody i techniki pomiaru zaprezentowane w pracy znajdują zastosowanie do charakteryzacji i analizy różnych struktur epitaksjalnych. Znaczna część badań zaprezentowanych w niniejszej rozprawie została opublikowana w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym.

  
podpis doktoranta