

Streszczenie pracy doktorskiej mgr Jacka Kucytowskiego

„Wpływ defektów punktowych na zmianę parametrów sieciowych monokryształów krzemu i wybranych tlenków metali stosowanych w optoelektronice”.

Przedmiotem przedstawionej pracy jest określenie przy pomocy rentgenowskiej, dyfraktometrycznej metody Bonda zmian ilościowych i jakościowych wpływu defektów punktowych (głównie domieszek) na zmiany strukturalne ściśle powiązane ze zmianami parametrów sieciowych monokryształów Si i tlenków metali takich jak niobian litu (LiNbO_3) domieszkowany jonami ziem rzadkich, granat itrowo – aluminiowy ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) domieszkowany jonami Yb^{3+} i wanadian itrowy (YVO_4) domieszkowany jonami Nd^{3+} o różnej koncentracji tych domieszek.

Prezentowana dysertacja doktorska składa się z dwóch zasadniczych części: teoretycznej i eksperymentalnej. W części teoretycznej opierając się na dostępnej literaturze omówiono zagadnienia związane z tworzeniem się defektów punktowych i ich interakcją z siecią krystaliczną badanych monokryształów Si i optoelektroników. W części doświadczalnej na wstępie przeprowadzono badania parametrów sieciowych wzorcowych niedomieszkowanych monokryształów Si, otrzymanych metodą pływającej strefy i Czochralskiego, które posłużyły do modyfikacji urządzenia pomiarowego. Pozwoliło to na wyznaczenie parametrów sieciowych doskonałych, bezdefektowych monokryształów Si służących jako wzorce w badaniach inżynierii materiałowej. Dzięki badaniom podstawowym możliwe było, przy wykorzystaniu metody Bonda o dokładności $\delta a/a \leq 10^{-6}$, wykazanie zmian parametrów sieciowych w monokryształach Si i tlenkach metali stosowanych w optoelektronice spowodowanych obecnością defektów punktowych. Między innymi określono graniczną koncentrację typowych domieszek występujących w monokryształach Si możliwą do zidentyfikowania przy użyciu metody Bonda. Dla domieszki boru wynosi ona $C_B = 2.1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, dla fosforu $C_P = 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ i dla antymonu $C_{Sb} = 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Poniżej tych koncentracji nie obserwuje się zmian parametrów sieciowych przy zastosowaniu metody Bonda. Prowadzone badania dla serii monokryształów Si domieszkowanych borem różniących się opornością właściwą ρ od $0.03 \text{ } \Omega\text{cm}$ do $40 \text{ } \Omega\text{cm}$ wykazały silne obniżenie się parametru sieciowego związane ze wzrastającą koncentracją domieszki. Z powodu segregacji domieszek i warunków wzrostowych pojawiają się problemy z homogenicznością składu. Dlatego też prowadzone były badania mające na celu określenie rozkładu domieszki boru o wysokiej jego koncentracji, $C_B = 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ w monokryształach Si. Wykazały one radialnie zmienną koncentrację boru, która mogła być związana z tworzeniem się, przy dużej jego koncentracji zarodków defektów w postaci kompleksów B_2O_3 . Analogiczne badania przeprowadzono dla monokryształów $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ w celu określenia segregacji germanu. Z dokładnej analizy zmian parametrów sieciowych ujawniono zmieniającą się radialnie koncentrację Ge w badanym monokryształe. Zmiany koncentracji wahały się od $C_{Ge} = 4.1 \text{ } \%$ at. w obszarze zdefektowania typu „striations” do $C_{Ge} = 4.24 \text{ } \%$ at. w obszarze pozbawionym tego typu zdefektowania. Doświadczenia zdobyte przy analizie zmian parametrów sieciowych wyznaczonych przy pomocy metody Bonda, modelowych monokryształów Si zostały wykorzystane w badaniach monokryształów optoelektroników o różnym stopniu domieszkowania jonami ziem rzadkich. Wykazały one silny wpływ domieszkowania i jego zmiennej koncentracji na parametr sieciowy.

Reasumując, dzięki zastosowaniu metody Bonda możliwe było określenie wpływu domieszkowania monokryształów stosowanych we współczesnej elektronice i monokryształach laserowych na zmiany parametrów sieciowych. Metoda ta okazała się do tego celu doskonałym narzędziem, a wyniki z przeprowadzonych badań zostały opublikowane w kilkunastu publikacjach o zasięgu krajowym i zagranicznym.