

**Elżbieta Guzewicz**

*Przewodnictwo elektryczne i kompleksy defektowe w tlenku cynku powstające w wyniku intencjonalnego i nieintencjonalnego domieszkowania*

Poszukiwanie nowych materiałów elektronicznych jest siłą napędową wielu badań z dziedziny fizyki ciała stałego. Tlenek cynku (ZnO) jest jednym z najbardziej obiecujących i wszechstronnych materiałów półprzewodnikowych ze względu na swoje szczególne właściwości fizyczne, takie jak przezroczystość, silna luminescencja w zakresie widzialnym, piezoelektryczność oraz wysokie przewodnictwo cieplne. Jest to również materiał bezpieczny biologicznie, obficie występujący w przyrodzie i można go otrzymywać za pomocą stosunkowo prostych i niedrogich metod wzrostu. Z tego powodu tlenek cynku jest ostatnio szeroko badany pod kątem nowych zastosowań elektronicznych jako przezroczysta elektroda do ogniw słonecznych, pamięci 3D, czujniki i innych. Jednak pełny potencjał ZnO i jego zastosowanie w optoelektronice są utrudnione przez bardzo trudną kontrolę przewodnictwa tego materiału, szczególnie w zakresie niskiego przewodnictwa.

Przewodność elektryczna ZnO różni się o kilka rzędów wielkości w zależności od metody i parametrów wzrostu. Przyczyna tej różnicy przewodnictwa nie jest do końca zrozumiała. Badania przeprowadzone w ciągu ostatnich kilku lat wykazały, że różnic przewodnictwa nie można wytłumaczyć klasycznymi powodami, czyli obecnością defektów rodzimych (luki cynkowe, luki tlenowe, cynk międzywęzłowy) czy też domieszkami nieintencjonalnie wprowadzanymi podczas procesu wzrostu. Prace teoretyczne publikowane w ostatnich latach wskazują na istotną rolę kompleksów defektowo-domieszkowych, które mogą być odpowiedzialne za obserwowane ogromne różnice przewodnictwa tego materiału. Brak jednak jeszcze poważnych badań doświadczalnych weryfikujących tę hipotezę. Jeżeli jednak byłaby ona prawdziwa, to tylko szeroko zakrojone badania domieszek i defektów rodzimych prowadzone jednocześnie są w stanie rozwiązać zagadkę przewodnictwa elektrycznego tego materiału.

Celem niniejszego projektu jest **zbadać genezę ogromnej różnicy przewodności tlenku cynku z uwzględnieniem tworzenia kompleksów defektowo-domieszkowych**. Z tego względu testowane będą różne warunki wzrostu ZnO w celu zmiany koncentracji takich defektów rodzimych, takich jak luki tlenowe, luki cynkowe i cynk międzywęzłowy, a także zmiany koncentracji domieszek wprowadzanych nieintencjonalnie podczas procesu wzrostu. Badania zostaną przeprowadzone na warstwach ZnO otrzymanych metodą osadzania warstw atomowych (ang. Atomic Layer Deposition), która jest nowoczesną metodą osadzania od niedawna stosowaną w przemyśle półprzewodnikowym. Dedykowane serie warstw ZnO zostaną otrzymane w różnych warunkach wzrostu (różna temperatura, ciśnienie, czasy pulsów i płukania) oraz w różnych warunkach wygrzewania po wzroście (zmienne: temperatura, czas i atmosfera) w celu zmiany typu oraz koncentracji defektów rodzimych i nieintencjonalnych domieszek. Część próbek będzie domieszkowana azotem i/lub glinem w celu zbadania kompleksów, w skład których wchodzi intencjonalne i nieintencjonalne domieszki oraz defekty rodzime.

Nowatorstwo Projektu polega nie tylko na podjęciu ważnej i bardzo aktualnej tematyki badawczej, ale także na wprowadzeniu unikatowych metod doświadczalnych, które dotąd nigdy nie były stosowane przy badaniach dotyczących przewodnictwa elektrycznego półprzewodników, jak wykorzystujące promieniowanie synchrotronowe mikroskopia fotoemisyjna (ang. micro-ESCA) oraz absorpcja rentgenowska (ang. XAFS). Złożoność problemów badanych w ramach projektu wymaga także zastosowania klasycznych technik eksperymentalnych, jak zależność temperaturowa luminescencji, badania przewodnictwa, dyfrakcja rentgenowska, jonowa spektroskopia masowa i spektroskopia Ramana. Wymienione powyżej techniki eksperymentalne będą ukierunkowane na oznaczanie zanieczyszczeń węglowych i wodorowych, defektów rodzimych oraz kompleksów defektowo-domieszkowych. Wyniki otrzymane w ramach projektu przyczynią się do poszerzenia obecnej wiedzy na temat przewodnictwa ważnego i nowego materiału półprzewodnikowego jakim jest tlenek cynku. W dalszej perspektywie uzyskane wyniki będą również ważne dla przyszłych zastosowań tego materiału.