

Warszawa 06-05-2008

Prof. dr hab. Andrzej Mycielski  
Instytut Fizyki PAN w Warszawie

Do Komisji Rady Naukowej  
IF PAN w Warszawie

**Recenzja pracy doktorskiej pani mgr Aleksandry Wójcik pod tytułem:  
„Własności strukturalne i magnetyczne niskotemperaturowych warstw ZnO i ZnMnO”**

Przedstawioną mi do zrecenzowania pracę doktorską mgr Aleksandry Wójcik oceniam bardzo pozytywnie.

Praca doktorska pani Wójcik opiera się o rezultaty opublikowane w trzech pracach w międzynarodowych żurnalach (2 w Appl. Phys. Lett. i jedna w J. Cryst. Growth) trzech referatach zaproszonych i 7 referatach konferencyjnych.

Celem pracy było wytworzenie warstw ZnO w niskotemperaturowej metodzie Atomic layer deposition (ALD) oraz opracowanie metody, która by pozwoliła wytworzyć warstwy z mieszanego związku ZnMnO. Rozprawa składa się z rozdziału 1-szego, który jest wprowadzeniem, rozdziału 2-go, który zawiera podstawowe dane o ZnO, technice ALD i użytych w pracy metodach badań dla warstw ZnO i warstw ZnO domieszkowanych Mn. Na końcu pracy przeprowadzone jest zwięzłe podsumowanie uzyskanych wyników.

W rozdziale drugim mgr Wójcik omawia najprzód literaturowe dane dotyczące ZnO i ZnMnO a następnie szczegółowo opisuje metodę wzrostu Atomic layer deposition (ALD). W następnych częściach tego rozdziału znajdujemy opisy metod użytych do charakteryzacji otrzymywanych warstw. Są więc opisane szczegółowo metody dysfrakcji rentgenowskiej XRD (X-ray diffraction), mikroskopii sił atomowych AFM (Atomic force microscopy), spektroskopii masowej jonów wtórnych SIMS (Secondary ion mass spectroscopy) badania nadprzewodnikowym interferometrem kwantowym SQUID (Superconducting quantum interference device) oraz paramagnetycznego rezonansu elektronowego EPR (Electron paramagnetic resonance).

Ta część pracy bardzo mi się podoba. Współczesne publikacje zwykle wiele autorskie, korzystają z różnych technik eksperymentalnych. Każda z technik eksperymentalnych ma swoich specjalistów. Szczegółowe zapoznanie się z tymi metodami eksperymentalnymi i ich opisanie nie tylko pomaga przy interpretacji otrzymywanych wyników ale pozwala eksperymentatorowi dobrać, dziś i w przyszłości, właściwe metody do badanych zjawisk z uwzględnieniem niezbędnego krytycyzmu do otrzymywanych rezultatów.

Rozdział trzeci przedstawia własne wyniki mgr Wójcik.

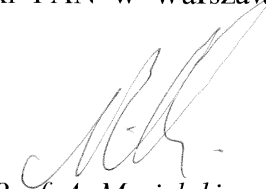
Pierwsza część poświęcona jest badaniom mechanizmu osadzaniu warstw tlenku cynku a druga część otrzymywaniu tlenku cynku z manganem. Po wybraniu octanu cynku jako prekursora cynkowego mgr Wójcik wykonała ogromną ilość procesów, optymalizując warunki wzrostu warstw ZnO, badając zależności parametrów wzrastanej warstwy od temperatury wzrostu, czasu pulsów i czasu „płukania”. Powstające warstwy badane były cytowanymi wyżej metodami. W ten sposób zoptymalizowano i określono warunki niskotemperaturowego wzrostu warstw ZnO.

W tym miejscu chcę podkreślić, że dobrze wiem ile trzeba pracy by ustalić nową technologię. Ile drobnych, często mało efektywnych obserwacji, pomiarów i prac, które trzeba wykonać by nowo zapoczątkowany proces technologiczny mógł być powtarzalnie i z sukcesem przeprowadzany. Dlatego wysoko oceniam również tę część pracy pani mgr Wójcik.

Następna część pracy poświęcona jest otrzymywaniu ZnO z manganem. Jest tu część technologiczna oceniana przeze mnie jak już to mówiłem wysoko ale jest też niezwykle istotna sprawa czy otrzymywane warstwy nie zawierają w sobie wydzielen w postaci tlenków manganu. Podobne analizy prowadzone niedawno dla azotku galu (GaN) z manganem doprowadziły do wniosków, że często przedwcześnie ogłaszane w literaturze wyniki o ferromagnetyzmie GaMnN okazały się wydzieleniami ferromagnetycznego azotku manganu. Żeby uniknąć podobnych rezultatów mgr Wójcik przeprowadziła nie tylko wielką ilość różnorodnych procesów technologicznych ale szereg badań otrzymywanych warstw i znalazła metodę na otrzymywanie warstw ZnMnO o jednorodnym składzie i bez wydzielen obcych faz tlenków manganu. Pokazane to zostało przy pomocy pomiarów EPR – ta część pracy też bardzo mi się podoba.

Ostatecznie, mgr Wójcik opracowała technologię niskotemperaturowego wzrastania cienkich warstw ZnO metodą ALD z użyciem prekursora z octanu cynku. Opracowała metody wzrastania ZnMnO bez wydzielen z tlenku manganu, który to tlenek wykazuje sygnały ferromagnetyczne.

W konkluzji mojej recenzji stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Aleksandry Wójcik spełnia wszystkie wymagania dotyczące rozpraw doktorskich i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony. Jednocześnie wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Fizyki PAN w Warszawie o wyróżnienie tej pracy.

  
Prof. A. Mycielski