

Warszawa, 8 kwietnia 2008 r.

Prof. dr hab. Marek Godlewski
Instytut Fizyki
Polskiej Akademii Nauk
02-668 Warszawa
Al. Lotników 32/46

Recenzja rozprawy doktorskiej magistra Piotra Wojnara

zatytułowanej:

**"Wytwarzanie i spektroskopia optyczna półmagnetycznych
kropek kwantowych CdMnTe"**

Wstęp

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska magistra Piotra Wojnara wykonana została w Instytucie Fizyki, Polskiej Akademii Nauk w Warszawie pod kierunkiem profesora dr hab. Jacka Kossuta. Praca ta dotyczy metod otrzymywania kropek kwantowych CdMnTe metodą epitaksji z wiązek molekularnych (MBE). Oprócz przedstawienia „recept technologicznych” autor Rozprawy załącza szczegółową analizę własności optycznych i magneto-optycznych otrzymanych kropek kwantowych, jak też analizę wyników, w tym przy użyciu zaproponowanego w tej Rozprawie modelu.

Opis pracy

Praca zaczyna się od krótkiego Wprowadzenia, w którym autor podaje podstawowe cele pracy i omawia jej zawartość. Autor podaje też spis swoich prac i prezentacji

konferencyjnych z zakresu tematyki doktoratu. Mgr Piotr Wojnar jest pierwszym autorem tych publikacji, co podkreśla jego znaczący wkład do prowadzonych prac technologicznych i badań optycznych.

Zasadnicza część pracy doktorskiej magistra Piotra Wojnara składa się z siedmiu rozdziałów i krótkiego podsumowania jej najważniejszych osiągnięć. Objętość rozprawy to 124 strony, wliczając dosyć obszerną bibliografię (108 pozycji) z zakresu prowadzonych prac technologicznych i badań optycznych i magneto-optycznych.

W rozdziale pierwszym autor zawarł krótki opis własności tellurku kadmu, oraz wprowadzenie o tzw. półprzewodnikach półmagnetycznych (nazywanych także rozcieńczonymi materiałami magnetycznymi (DMS)) i o kropkach kwantowych.

Rozdział drugi zawiera przegląd sposobów wytwarzania kropek kwantowych materiałów DMS, jak też opis ich własności. W tej części Rozprawy zawarty jest obszerny opis publikacji poświęconych tematyce prowadzonych prac. Jest to starannie i fachowo napisane wprowadzenie merytoryczne tworzące niemal niezależny artykuł monograficzny.

W rozdziałach trzecim, czwartym i siódmym autor opisuje metody otrzymywania dwóch typów kropek kwantowych materiałów DMS - CdMnTe/ZnCdTe (opisane w rozdziale trzecim) i CdMnTe/MnTe (opisane w rozdziale siódmym) oraz wyniki badań ich własności optycznych i magneto-optycznych (rozdział czwarty przedstawia wyniki uzyskane dla kropek kwantowych CdMnTe/ZnCdTe, a siódmy dla CdMnTe/MnTe). W tej części Rozprawy przedstawione są najważniejsze osiągnięcia prac eksperymentalnych autora. Opisana jest opracowana technologia wytwarzania dwóch typów kropek kwantowych CdMnTe oraz

sposób wprowadzania kontrolowanej ilości jonów manganu do tych kropek. Są to oryginalne i ważne osiągnięcia naukowe.

Najoryginalniejszą częścią rozprawy jest rozdział piąty, w którym autor wprowadza teoretyczny opis emisji ekscytonowej z półmagnetycznych kropek kwantowych. Stosowalność tego modelu do opisu emisji ekscytonów w półmagnetycznych kropkach CdMnTe omawiana jest w rozdziale szóstym, w którym przewidywania modelu porównane są z podanymi w Rozprawie własnymi wynikami pomiarowymi.

Mam propozycję dotyczącą rozszerzenia zaprezentowanego w rozdziale piątym modelu teoretycznego. Oparty jest on o następujące założenia – wszystkie mangany są równoważne, a ich dystrybucja w kropce jest statystyczna. Szkoda, że autor Rozprawy nie zwrócił uwagi na prace przedstawiające wyniki pomiarów elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) dotyczące własności manganu w nanoproszkach ZnMnS o rozmiarach nanometrowych. W pracach tych zaobserwowano trzy typy sygnałów rezonansowych jonów manganu $2+$ - typowy sygnał EPR jonów manganu w próbkach o zawartości od kilku do kilkudziesięciu % Mn oraz dwa sygnały izolowanych jonów manganu. Sygnał EPR izolowanych jonów manganu (jony manganu albo bliskie lub na powierzchni nanoproszków) obserwowano nawet dla proszków o zawartości manganu 30%! Z badań EPR wykazano, że obserwowane sygnały wykazują między innymi inne czasy relaksacji spinowych.

Moim zdaniem podobna sytuacja może dotyczyć badanych w Rozprawie kropek kwantowych CdMnTe. Fakt ten może wpływać na obserwowane własności magnetyczne badanych układów kropek CdMnTe. Dlatego też może warto w przyszłości rozbudować

proponowany model zakładając innym wkład do własności magnetycznych kropek jonów manganu wewnątrz i na powierzchni kropki.

Formalna ocena pracy

Przedstawiona do recenzji praca zawiera interesujący materiał badawczy, a część z uzyskanych wyników została już opublikowana i/lub przedstawiona na kilku konferencjach międzynarodowych. Pan Wojnar będzie też wygłaszał zaproszony referat sekcyjny na II Krajowej Konferencji Nanotechnologii w Krakowie. Ten fakt ułatwia recenzentowi Rozprawy stwierdzenie, że uzyskane w rozprawie wyniki są wartościowe.

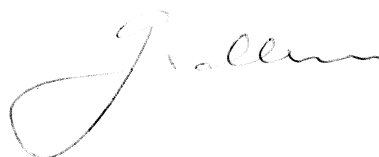
Jak już podkreśliłem wcześniej do najważniejszych wyników Rozprawy zaliczam opracowanie procedur otrzymywania dwóch typów półmagnetycznych kropek kwantowych CdMnTe.

Otrzymane kropki kwantowe przebadano metodami optycznymi. Załączona analiza własności temperaturowych i magneto-optycznych emisji ekscytonowych jest standardowa. Jest ona oparta o analizę prowadzoną w analogicznych pracach dotyczących objętościowych kryształów CdMnTe. Nie mam więc zastrzeżeń do załączonego opisu wyników pomiarów optycznych i magneto-optycznych, a także do załączonej analizy z użyciem zaproponowanego modelu. Napisane wcześniej drobne uwagi co do rozszerzenia tego modelu nie podważają załączonej analizy widm fotoluminescencji w oparciu o ten model.

Przed końcowym podsumowaniem chciałbym podkreślić, że praca napisana jest bardzo starannie i ładną polszczyzną. Wysoko oceniając zawartość naukową pracy i sposób

prezentacji wyników uważam, że rozprawa doktorska magistra Piotra Wojnara spełnia wszystkie wymagania formalne stawiane pracom doktorskim. Tym samym wnioskuję o dopuszczenie mgr Piotra Wojnara do publicznej obrony tej rozprawy i jej wyróżnienie.

Prof. dr hab. Marek Godlewski

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Godlewski', written in a cursive style.