

Prof. Andrzej Mycielski
Instytut Fizyki PAN
w Warszawie

Recenzja pracy doktorskiej mgr. Mieczysława Pietrzyka na temat : „ Wkład otwartych powłok 3d i 4f do struktury elektronowej wybranych półprzewodników IV-VI z Mn, Gd i Eu ”.

Przedstawioną mi do recenzji pracę doktorską mgr. Pietrzyka oceniam bardzo pozytywnie.

Praca dotyczy następujących związków półprzewodnikowych z grupy IV-VI : GeTe, (Ge Mn)Te, (Ge Mn Eu)Te oraz PbTe i (Pb Gd)Te. Badane próbki były wycinane z mono- lub polikrystalicznych krysztalów otrzymywanych metodą Bridgman'a lub warstwami otrzymanymi metodą MBE lub przez dyfuzję przypowierzchniową Mn, Eu lub Gd do wnętrza krysztalu. Metodą badawczą były przede wszystkim pomiary zewnętrznego zjawiska fotoelektrycznego. Dla wybranych próbek przeprowadzono również pomiary metodą SIMS, skaningowego mikroskopu elektronowego oraz pomiary magnetyczne przy użyciu magnetometru SQUID. Narzędziami badawczymi dla pomiarów spektroskopii fotoemisyjnej były synchrotrony w Hamburgu, HASYLAB stacja E1 oraz w MAX-lab Uniwersytetu w Lund stacja BL41.

Rozprawa doktorska magistra Pietrzyka składa się z trzech rozdziałów, podsumowania i bogatej bibliografii tematu.

Pierwszy rozdział omawia własności badanych półprzewodników i sposoby ich otrzymywania. Znajduję się w nim wprowadzenie do metod badawczych używanych w pracy i omówienie narzędzia badawczego jakim jest synchrotron.

Omówione też zostały specyficzne, a użyte w pracy, metody synchrotronowej spektroskopii fotoemisyjnej :

EDC – Energy Distribution Curves,

CIS – Constant Initial State mode,

CFS – Constant Final State mode,

ARPES – Angle Resolved Photoemission,

Fotoemisja rezonansowa – rezonans Fano, oraz

EXAFS – Extended X-ray Absorption Fine Structure.

Rozdział drugi poświęcony jest badaniom struktury elektronowej związków na bazie GeTe z domieszkami Mn lub / i Eu.

Badania prowadzono na mono- i polikryształach w tym na monokrystalicznych warstwach uzyskanych metodą MBE. Celem badań było zebranie informacji na temat lokalizacji stanów Mn 3d oraz Eu 4f w paśmie walencyjnym półprzewodnika GeTe. Zbadano możliwość otrzymywania trój- a nawet cztero- składnikowego związku poprzez wdyfundowanie naparowanego w wysokiej próżni trzeciego lub czwartego składnika związku na powierzchnię krysztalu i odpowiednie wygrzanie go. Jest to metoda szczególnie użyteczna dla badań, jak tutaj omawiane, w których informacja otrzymywana jest z warstw przypowierzchniowych nie

przekraczających kilku monowarstw atomowych. Przedyskutowano możliwe przyczyny pewnych różnic w obserwowanych widmach dla poli- i monokryształów. Dla badanych kryształów wykonano, przy użyciu magnetometru SQUID, pomiary własności magnetycznych.

Trzeci rozdział poświęcony jest badaniom struktury elektronowej Gd/PbTe. Zastosowana metoda to rezonansowa spektroskopia fotoemisyjna. Pomiary wykazały, że metoda domieszkowania powierzchniowego stosowana poprzednio dla GeTe pracuje również dla PbTe.

W pomiarach nanoszono warstwę gadolinu, którą następnie wdyfundowano przez wygrzewanie, tworząc przy powierzchni potrójny związek. W pomiarach odróżniono strukturę objętościową ilustrującą Gd wbudowany w PbTe od struktury metalicznej związanej z gadolinem znajdującym się na powierzchni PbTe. Jak i dla poprzednich materiałów, ustalono dla uzyskania skutecznej dyfuzji, reżimy temperaturowe i czasowe procesu. Skuteczność procesu jest kontrolowana przez analizę obserwowanego widma. Rozdział ten potwierdza, że stosowana tutaj metoda domieszkowania powierzchniowego może być, po dobraniu odpowiednich warunków temperaturowych i czasowych, stosowana nie tylko dla metali przejściowych typu Mn czy Fe, ale również ziem rzadkich jak Eu czy Gd.

Podsumowując chcę stwierdzić, że jest kilka bezsprzecznych osiągnięć pracy mgr. Pietrzyka, do których zaliczam :

- określenie rozkładu stanów elektronowych w paśmie walencyjnym związków na bazie GeTe z obecnością stanów Mn 3d i Eu 4f, również przy obecności obu tych metali w związku czteroskładnikowym.
- wskazanie na brak oddziaływań pomiędzy Mn i Eu wprowadzonych do GeTe
- opracowanie i przetestowanie metody domieszkowania powierzchniowego, która pracuje dla związków na bazie GeTe i PbTe dla metali przejściowych i badanych tu pierwiastków ziem rzadkich.
- opisanie struktury elektronowej dla PbGdTe z określeniem wkładu gadolinu wbudowanego w PbTe i pozostającego na powierzchni.

Zgadzam się ze stwierdzeniem autora, że z rozstrzygnięciem pytania o oddziaływanie lub ich brak pomiędzy europem a manganem wprowadzonymi do GeTe poczekać trzeba do wyhodowania monokryształów (GeMnEu)Te i uzyskania pomiarów magnetycznych na tych kryształach.

Reasumując moją recenzję stwierdzam, że praca mgr. Pietrzyka zawiera sporo bardzo cennych rezultatów, jest dobrze i jasno napisana zawiera również szeroką bibliografię tematyki. Mgr Mieczysław Pietrzyk jest współautorem 14 publikacji w tym 5 jako pierwszy autor. Jest współautorem 7 raportów i 18 prezentacji konferencyjnych.

Stwierdzam, że praca mgr. Pietrzyka spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie go do dalszych kroków postępowania w celu uzyskania doktoratu.

Prof. dr hab. Andrzej Mycielski