

Prof. Michał Nawrocki
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Uniwersytetu Warszawskiego

**Recenzja rozprawy doktorskiej
pani magister Marty Witkowskiej - Baran**

Przedstawiona rozprawa “Otrzymywanie elektrycznych kontaktów do półizolującego (Cd, Mn)Te jako materiału na detektory promieniowania X i gamma” lokuje się w obszarze szeroko rozumianej technologii półprzewodników i struktur półprzewodnikowych i dotyczy bardzo aktualnej tematyki badań, zmierzających do uzyskania wysoko czułych detektorów promieniowania X i γ o dużej rozdzielczości. Jest ona ściśle związana z rozwijaną z wielkim powodzeniem od kilkadziesiąt lat w Instytucie Fizyki PAN technologią kryształów związków półprzewodnikowych grupy II-VI. To tu właśnie wyhodowano w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku kryształy tellurku kadmowo-manganowego, pierwszego szeroko-przerwowego półprzewodnika półmagnetycznego, którego otrzymanie i badania uznawane są powszechnie za sukces polskiej fizyki półprzewodników. Nadzieje na zastosowania tej klasy materiałów wiązano głównie z ich unikalnymi właściwościami magnetoptycznymi. Aktualnie prowadzone w kilku ośrodkach badania pokazują, że rzeczywistym polem ich szerokiego zastosowania, przy wykorzystaniu ich klasycznych, półprzewodnikowych właściwości mogą stać się detektory promieniowania X i γ .

Zalety CdMnTe jako substancji czynnej w półprzewodnikowej kamerze jonizacyjnej wynikają w szczególności z dużej jednorodności struktury i składu tego materiału, dużej i dającej się kontrolować technologicznie przerwy energetycznej, a w konsekwencji możliwości wpływania na wzajemne relacje składowych szumu, dużej energii tworzenia defektów, a więc stosunkowo wysokiej odporności na uszkodzenia radiacyjne, wreszcie możliwości uzyskania, na drodze domieszkiowania, odpowiednio wysokiego iloczynu ruchliwości i czasu życia. Przeglądowi przedstawionych wyżej zagadnień są poświęcone cztery pierwsze rozdziały pracy. W mojej opinii są one nadmiernie rozbudowane i przedstawiają wiele informacji dość elementarnych, nie zawsze związanych bezpośrednio z zadaniem badawczym prezentowanej rozprawy.

Niezbędnym warunkiem efektywnego zastosowania CdMnTe jako detektora promieniowania jest opracowanie powtarzalnej metody wytwarzania odpowiednich kontaktów. I to właśnie zagadnienie stanowi główne zadanie badawcze i technologiczne, któremu poświęcona jest podstawowa, oryginalna część przedstawionej pracy (koniec rozdziału 4, rozdziały 5 i 6, podsumowanie).

Wyniki badań w znacznej części zostały już opublikowane w czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu i były prezentowane na liczących się konferencjach międzynarodowych. Wskazuje to na aktualność prac i ich odpowiednio wysoki poziom.

Za najważniejsze osiągnięcia autorki przedstawione w pracy uważam:

- Eksperymentalne sprawdzenie i szczegółowy opis procedur wzrostu i napyłania warstw CdTe:In, CdTe:I oraz ZnTe:Sb używanych przez autorkę do wytwarzania kontaktów.
- Sprawdzenie użyteczności w przypadku CdMnTe metod wytwarzania kontaktów stosowanych w innych materiałach (warstwa złota, mono- i polikrystaliczne warstwy ZnTe:Sb i CdTe:In).
- Zaproponowanie i realizacja nowej metody wytwarzania kontaktów do CdMnTe, polegającej na napyłaniu silnie domieszkowanych amorficznych warstw ZnTe(Sb), ZnTe(N), CdTe(In).

Są to wyniki nowe, istotne z punktu widzenia możliwości stosowania CdMnTe jako detektora promieniowania X i γ a także, w pewnym zakresie poszerzające naszą wiedzę o badanym materiale z jednej, a o technologii kontaktów z drugiej strony. Ze względu na bardzo szczegółowe opisy procedur technologicznych praca może stanowić istotną pomoc dla osób, które w przyszłości będą chciały posługiwać się podobnymi metodami. Opisy te mają charakter swego rodzaju „przepisów kulinarnych”, co w moim przekonaniu jest ich dużą zaletą – dostępność tego rodzaju informacji w publikacjach jest bardzo ograniczona. Odnosi się to także do testowania optymalnych warunków wzrostu warstw.

Dla wykonanych kontaktów przeprowadzono badania ich liniowości, także w zależności od grubości warstwy kontaktowej i podjęto próbę zinterpretowania uzyskanych wyników, z reguły mającą charakter czysto fenomenologiczny. Interpretacji wyników dokonano z punktu widzenia użyteczności stosowanych metod w przypadku układu geometrycznego kontaktów charakterystycznego dla detektorów promieniowania jonizującego, co jest zgodne z tematem pracy, a uzyskane wyniki są ważne z tego punktu widzenia.

Przy lekturze podstawowej części dysertacji nasuwa się jednak następująca uwaga:


Generalnie stosowana jest w pracy metoda prób i błędów, w przypadku rutynowej działalności technologicznej powszechna i uzasadniona. Można by jednak oczekiwać, że w pracy doktorskiej, poświęconej tym zagadnieniom zostanie podjęta szersza próba wyjaśnienia zachodzących zjawisk na poziomie mikroskopowym lub potwierdzenia bądź odrzucenia sformułowanych hipotez, opierająca się na celowo zaplanowanych eksperymentach technologicznych czy fizycznych. Takiego podejścia w recenzowanej pracy jest moim zdaniem za mało.

Jeżeli chodzi o stronę formalną, to praca napisana jest zrozumiale, ale jej układ jest dość chaotyczny. Miejscami nie jest oczywiste co stanowi oryginalne osiągnięcie autorki, a co jest elementem przeglądu literatury. Nie ma jasnego podziału na część eksperymentalną i dyskusję rezultatów. Opisy urządzeń pojawiają się pod koniec pracy bez jasnego odniesienia do ich wykorzystania w prezentowanych badaniach i do uzyskanych rezultatów. Umieszczenie podrozdziałów 4.3 i 4.4. w rozdziale 5, w którym opisano technologie otrzymywania kontaktów, byłoby bardziej uzasadnione.

Bibliografia została dobrana umiejętnie i jest wystarczająco obszerna.

Zabrakło natomiast starannej korekty. W tekście jest zdecydowanie zbyt dużo literówek, potknięć stylistycznych i błędów gramatycznych (tytułem przykładu: promienie „rentgena” zamiast „Roentgena”, „rzędu $\approx 10^{-7}$ ”, regularnie „autor”, a na str.168 nawet „autor rozprawy uczestniczył...”, „tą” zamiast „tę”, czas relaksacji „powiązany jest z przenikalnością elektryczną próżni”, „sposób pomiaru nieniszczący powierzchnię”, „analiza pod kontem”).

Podsumowując: praca nie pozbawiona jest pewnych usterek i niedociągnięć. Jednakże ze względu na to, że wnosi ona nowe, istotne wyniki fizyczne i stanowi dowód umiejętności technologicznych i eksperymentalnych oraz wiedzy fizycznej autorki w zakresie prezentowanych badań, a także posiada niewątpliwe walory dydaktyczne stwierdzam, że spełnia ona wymagania stawiane dysertacjom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie pani magister Marty Witkowskiej – Baran do dalszych etapów przewodu doktorskiego.


/Michał Nawrocki/

Warszawa, 30 czerwca 2011r.