

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Aleksandry Wójcik
„Własności strukturalne i magnetyczne
niskotemperaturowych warstw ZnO i ZnMnO”

Rozprawa doktorska mgr Aleksandry Wójcik dotyczy technologii wzrostu i badania właściwości strukturalnych i magnetycznych półprzewodników z szeroką przerwą energetyczną ZnO i ZnMnO. Materiały te, są w ostatnim okresie przedmiotem intensywnych badań. Zainteresowanie tą grupą półprzewodników wiąże się z nadzieją uzyskania w ramach tej grupy półprzewodnika o właściwościach ferromagnetycznych w temperaturze bliskiej do temperatury pokojowej.

Rozprawa doktorska mgr Aleksandry Wójcik składa się z trzech rozdziałów. Po wprowadzeniu zawierającym uzasadnienie motywacji pracy (rozdział 1) autorka przedstawia podstawowe dane o badanych materiałach, po czym następuje obszernie omówienie technologii „osadzania z warstw atomowych” (ALD- Atomic Layer Deposition) i wykorzystywanych technik charakteryzacji (rozdział 2). Rozdział trzeci zawiera zasadniczą część rozprawy zawierającą omówienie uzyskanych rezultatów. Praca zawiera liczne odnośniki do literatury.

Przedmiotem prowadzonych badań było opanowanie technologii ALD wzrostu niskotemperaturowych warstw ZnO i ZnMnO. W rozprawie przedstawiono wyniki prac mających na celu optymalizację tej technologii dla ZnO poprzez odpowiedni dobór prekursorów, temperatury wzrostu, czasu płukania. Następnie zdobyte doświadczenie zostało wykorzystane do otrzymania warstw ZnMnO. Parametry strukturalne otrzymywanych warstw były charakteryzowane z wykorzystaniem technik rentgenowskich, AFM i SIMS, a właściwości magnetyczne przy pomocy spektrometrii EPR i SQUID.

Za najważniejsze rezultaty rozprawy uważam

- 1) Opanowanie technologii ALD dla wzrostu warstw ZnO i ZnMnO.
- 2) Sprawdzenie własności octanu cynku jako prekursora dla wzrostu ZnO i ZnMnO w technologii ALD
- 3) Zbadanie wpływu warunków wzrostu na orientację ziaren polikrystalicznych warstw.
- 4) Uzyskanie jednorodnych warstw ZnMnO dla niskich składów Mn.

Duże znaczenie ma zbadanie właściwości nowego prekursora cynku, octanu cynku. Ważnym rezultatem było wykazanie możliwości wzrostu warstw ZnO z wykorzystaniem wyłącznie tego prekursora, bez dodatkowego źródła tlenu. Uzyskany pozytywny wynik dla takiego wzrostu, jest moim zdaniem ważnym testem metody. W tym przypadku pojawiają się wprawdzie wątpliwości, które sygnalizuje autorka rozprawy, czy dla takiego prekursora możemy mówić o prawdziwej technologii ALD.

Ważnym wynikiem jest stwierdzenie wpływu temperatury i czasu płukania na preferowaną orientację krystalitów w warstwie.

Mimo tych niewątpliwie pozytywnych wyników popartych publikacjami w takich czasopismach jak Applied Physics Letters i Journal of Crystal Growth można rozprawie postawić sporo zarzutów.

Uderzająca jest dysproporcja pomiędzy objętością wstępnych rozdziałów poświęconych omówieniu stosowanej technologii i technik eksperymentalnych (rozdziały 1 i 2) do rozdziału zawierającego zasadnicze wyniki. Rozdział 2, moim zdaniem, zawiera zbyt wiele ogólnej wiedzy „książkowej”. Przytaczanie w pracy doktorskiej podstawowego wzoru na energię kinetyczną (str. 42 wzór 1) nie znajduje uzasadnienia. Tak samo jak omawianie na stronach 42 i 43 charakterystyki widma ciągłego lampy rentgenowskiej. Widmo ciągłe promieniowania X nie było wykorzystywane w stosowanych przez doktorantkę badaniach rentgenowskich. Natomiast w tym zbyt rozbudowanym wstępie nie ma wzmianki o dyskretnej linii $\text{CuK}\alpha 1$ widma X, która jest wykorzystywana w prowadzonych badaniach. Niektóre podstawowe wzory prezentowane są z błędami (wzory 2a, 2c, 4a), a definicja używanych pojęć pojawia się za późno (nieoczywista definicja wektorów k i k_0 jako wektorów jednostkowych, a nie falowych pojawia się na koniec omawiania procesu dyfrakcji na stronach 48-50).

Zastrzeżenia budzą błędy w odnośnikach do literatury. Np. pozycje 5, 19, 35, 45 dotyczą tej samej pracy. Wydaje się, że intencją autorki rozprawy było dla pozycji 6, 29, i 32 odniesienie się do tej samej pracy (T. Dietl i inni), przy czym w odnośniku 29 podany jest błędnie nr tomu, a w odnośniku 32 „dane adresowe” dotyczą innej pracy (Ohno i inni).

Pewne elementy rozprawy są niedopracowane. Można zaakceptować, że właściwości transportowe i optyczne, jako niewchodzące w zakres pracy, zostały omówione bardzo pobieżnie, ale szkoda, że przedstawiając pojedyncze widmo fotoluminescencji (Rys. 3.1.15) brak jest informacji o parametrach wzrostu próbki, dla której zostało ono uzyskane. W pracy brak jest wyraźnego porównania otrzymanych rezultatów z uzyskanymi dla tej technologii w innych ośrodkach, a także porównania wad i zalet warstw otrzymywanych przy pomocy tej metody w porównaniu z np. MBE i MOVPE. Brak jest też, np. w podsumowaniu jasnego

określenia górnej granicy zawartości Mn w próbkach ZnMnO, dla których uzyskano jednorodne warstwy bez wytrąceń ferromagnetycznych.

Niezależnie od licznych zastrzeżeń, których przykłady podane są powyżej, uważam, że praca mgr Aleksandry Wójcik zatytułowana „Własności strukturalne i magnetyczne niskotemperaturowych warstw ZnO i ZnMnO” zawiera wiele oryginalnych wyników naukowych, a autorka wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim.

Wnioskuje o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

