

Tytuł rozprawy doktorskiej: Opracowanie metodyki preparowania wielowarstwowych nanostruktur do badania za pomocą nowoczesnych mikroskopów elektronowo-jonowych**STRESZCZENIE**

Rozprawa doktorska zrealizowana została w ramach projektu „Doktorat Wdrożeniowy” i poświęcona jest zagadnieniom związanym z opracowaniem metodyki preparowania oraz charakteryzacji przekrojów wielowarstwowych nanostruktur przeznaczonych do badania za pomocą nowoczesnych mikroskopów elektronowo - jonowych. Tematyka ta ściśle wiąże się z profilem działalności Firmy Nanores, która zatrudnia Autorkę. Wyzwaniem stanowiło samo przygotowanie próbek do badań za pomocą SEM, tj. ich preparatyka, która nie powinna wprowadzać niepożądanych zmian pierwotnych właściwości. Niestety w wielu opracowaniach naukowych opis preparatyki próbek na potrzeby SEM nie jest podawany lub jest on bardzo ubogi. Szczególnie mało jest doniesień literaturowych na temat metod przeznaczonych dla wielowarstwowych nanostruktur.

Problem badawczy, który został podjęty dotyczył analizy właściwości złożonych struktur w postaci powłok wielowarstwowych o nanometrycznych wymiarach. Plan badań obejmował prace związane z charakteryzacją trzech serii wielowarstwowych nanostruktur na bazie tytanu i wanadu (tj. Ti/V/Ti), molibdenu i niobu (tj. Mo/Nb/Mo), a także wolframu i hafnu (tj. W/Hf/W). Nanostruktury te zostały zaprojektowane oraz wytworzone za pomocą metody rozpylania magnetronowego specjalnie na potrzeby pracy doktorskiej. Wybór pierwiastków o podobnych liczbach atomowych Z (Ti(22) oraz V(23), Mo(42) oraz Nb(41), a także W(74) oraz Hf(72)) był podyktowany zamierzonym utrudnieniem analizy, ponieważ kontrast materiałowy w mikroskopie typu SEM jest ściśle związany z liczbą atomową. Oprócz tego, te trzy pary pierwiastków dobrano tak, aby możliwa była ocena właściwości powłok składających się z pierwiastków o małej, średniej i dużej liczbie atomowej. Również konstrukcja samych wielowarstw miała stanowić wyzwanie. W efekcie w każdej z trzech serii próbek górne i dolne warstwy miały taką samą grubość wynoszącą 200 nm, podczas gdy grubość warstwy środkowej była różna i wynosiła od 100 nm aż do 5 nm.

W ramach rozprawy doktorskiej przeprowadzono szeroko zakrojone badania eksperymentalne, które obejmowały: a) analizę wpływu takich metod przygotowania próbek jak klasyczne łamanie, preparatyka przy użyciu zogniskowanej wiązki jonów Ga oraz zogniskowanej wiązki jonów plazmy Xe na mikrostrukturę wielowarstwowych nanostruktur; b) ocenę wpływu powłok ochronnych (na bazie węgla lub platyny) na dokładność analizy wielowarstwowych nanostruktur przy użyciu SEM/EDS, c) badanie wpływu liczby atomowej na kontrast obrazów SEM w przypadku nanostruktur o warstwach składających się z pierwiastków o zbliżonych liczbach atomowych. W efekcie umożliwiło to opracowanie udoskonalonej metodyki preparowania wielowarstwowych nanostruktur do badania ich za pomocą nowoczesnych mikroskopów typu Dual Beam tj. SEM/Ga-FIB oraz SEM/Xe-PFIB. Wyniki tych badań zostały już wdrożone w firmie Nanores, która w sposób komercyjny oferuje badania m.in. charakteryzację zaawansowanych nanomateriałów za pomocą SEM/EDS, przy użyciu wysokiej klasy mikroskopów dwuwiązkowych.

