



KONWERSATORIUM INSTYTUTU FIZYKI UMCS

14.01.2010 r., godz. 11¹⁵, Aula IF im. St. Ziemeckiego

Mgr Beata Tyburska

(Studia Doktoranckie, Instytut Fizyki UMCS)

„Retencja deuteru w próbkach wolframu zaimplantowanych jonami wolframu i węgla”

W reaktorze termojądrowym ITER planuje się użycie wolframu jako materiału stykającego się z plazmą przy konstrukcji m. innymi przegrody diwertora oraz kopuły. Uszkodzenia radiacyjne wolframu podczas pracy reaktora spowodowane są neutronami o energii 14 MeV, które wprowadzają pułapki w objętości materiału. Szacuje się, że poziom uszkodzeń w reaktorze ITER na koniec jego okresu pracy osiąga wartość 0.7 dpa (liczba przemieszczonych atomów na atom materiału).

Zaobserwowany poziom retencji deuteru w czystym wolframie okazuje się być niski, jednak brakuje informacji, jak wpływają na niego uszkodzenia radiacyjne powodowane przez neutrony. Dlatego też w eksperymencie zdecydowano się symulować uszkodzenia wywołane neutronami poprzez implantację jonów wolframu o energii 5.5 MeV i jonów węgla o energii 0.5 MeV do płytek wolframowych (zasięg $R_p = 400$ nm) w temperaturze pokojowej dla różnych dawek odpowiadających 0.04 do 48 dpa. Dla porównania zbadano także nieuszkodzony radiacyjnie wolfram.

Po wstępnej implantacji jonami W^+ niektóre z próbek wolframu zostały wygrzane w temperaturze 1200K przez 2 h w celu wygrzania defektów radiacyjnych. Tak przygotowane próbki były albo zaimplantowane jonami deuteru o energii 200eV przy 2 różnych dawkach lub też poddane działaniu plazmy deuterowej dla wysokiej dawki. Te naświetlenia przeprowadzono dla temperatury próbki 470K lub w temperaturze pokojowej.

Profile głębokościowe deuteru w wolframie były otrzymywane przy użyciu techniki NRA (Nuclear Reaction Analysis) stosując reakcję $D(^3He, \alpha)p$, natomiast poziom retencji wyznaczono z pomiarów TDS. Morfologia powierzchni próbek była zbadana metodą mikroskopii SEM/FIB.

Otrzymane wyniki wskazują, że deuter jest przede wszystkim zatrzymywany w nowo-powstałych pułapkach. Zaobserwowano 5-8 krotny wzrost poziomu retencji deuteru w stosunku do nieuszkodzonego wolframu. Ilość deuteru nie wzrasta liniowo z dpa, lecz osiąga nasycenie przy 0.4 dpa. Stosunek koncentracji deuteru i wolframu utrzymuje się wtedy na poziomie 1%. Widma TDS pokazują, że wakanse i klastry wakansów odpowiadają za pułapkowanie deuteru. To oznacza, że reaktor ITER powinien pracować przy temperaturze powyżej 900K aby utrzymywać niski poziom retencji deuteru.

Wzrost retencji deuteru w wolframie zaimplantowanym węglem do głębokości 500 nm jest porównywalny z wynikami otrzymanymi dla tychże próbek po implantacji wolframem. Poza tym obszarem koncentracja D szybko spada poniżej poziomu detekcji. To oznacza, że obecność węgla hamuje dyfuzję deuteru w głąb wolframu. Dzieje się tak, ponieważ współczynnik dyfuzji deuteru w węglu jest bliski zeru.

Uprzejmie zapraszam wszystkich pracowników, doktorantów i studentów Instytutu Fizyki.

Zbigniew Korczak