

Etude par IBA de la réponse de systèmes multicouches Cr-Ta aux effets d'irradiation aux ions lourds et à l'implantation d'hélium

Mamour Sall, Marie Loyer-Prost, Céline Cabet, Hicham Khodja

▶ **To cite this version:**

Mamour Sall, Marie Loyer-Prost, Céline Cabet, Hicham Khodja. Etude par IBA de la réponse de systèmes multicouches Cr-Ta aux effets d'irradiation aux ions lourds et à l'implantation d'hélium. IBAF 2016, Sep 2016, Annecy, France. cea-02346344

HAL Id: cea-02346344

https://cea.hal.science/cea-02346344

Submitted on 5 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etude par IBA de la réponse de systèmes multicouches Cr-Ta aux effets d'irradiation aux ions lourds et à l'implantation d'hélium

Mamour Sall[1], Marie Loyer-Prost[2], Céline Cabet[2], Hicham Khodja[1]

[1]DRF/IRAMIS/NIMBE/Laboratoire d'Etudes des Eléments Légers, CEA, Université Paris-Saclay, F-91191, Gif-sur-Yvette, France

[2]DEN-Service de Recherches de Métallurgie Physique, CEA, Université Paris-Saclay, F-91191, Gif-sur-Yvette, France

Le développement de l'industrie de l'énergie nucléaire dépend du développement de nouveaux matériaux capables de supporter une forte dose d'irradiation (plusieurs centaines de déplacements par atome) aux neutrons de grande énergie et une forte accumulation des gaz de transmutation (He et/ou H). Les revêtements nanostructurés apportent un moyen de diminuer l'impact de l'irradiation, d'une part en évacuant par les nombreuses interfaces (joints de grains, interphases) les défauts créés lors de l'irradiation, mais aussi en limitant l'apparition de cavités générées habituellement lors de la nucléation et la percolation des bulles d'hélium. Les systèmes multicouches permettent d'avoir une grande densité contrôlée d'interfaces ce qui permet de réduire la distance de diffusion des défauts vers les puits d'élimination et limite considérablement leur accumulation. Les études faites sur ces systèmes montrent une grande tolérance à l'implantation d'hélium, les systèmes les plus performants souvent faits d'éléments immiscibles peuvent accommoder l'hélium à des concentrations de plus de 20 % at. Cependant, leur réponse à l'irradiation aux ions lourds, représentatifs des effets des neutrons en réacteur, est très peu étudiée.

Dans cette étude, nous avons combiné les techniques d'analyse par faisceaux d'ion (RBS et NRA) à la Microscopie Electronique en Transmission (MET) pour étudier le comportement de systèmes multicouches Cr-Ta sous irradiation aux ions lourds et sous implantation d'hélium (implanteur JANNuS-Orsay). L'irradiation aux ions lourds crée des couches de mixing aux interfaces Cr-Ta (Fig. 1), mais le caractère multicouche est préservé même aux très fortes doses d'irradiation (220 dpa dans le tantale). Le mixing est moins important dans les systèmes de plus faible épaisseur. L'application du modèle de la pointe thermique indique une efficacité d'élimination des défauts de 70 – 80 % dans le système aux couches de 15 nm d'épaisseur. Par ailleurs, ce système peut contenir de l'hélium à des concentrations de 20 % at. avec une diffusion post-implantation très limitée.

Références

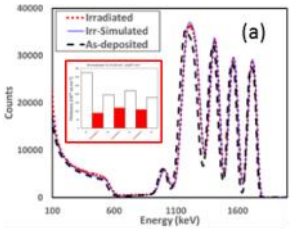
[1] G.R. Odette et al., Ann. Rev. Mater. Res., 38 (2008) 471-503

[2] I.J. Beyerlein et al., Mater. Today, 16 (2013) 443-449

[3] M.J. Demkowicz etal., NIMBE, 261 (2007) 524-528

Remerciements

Ce travail a été cofinancé par les programmes transverses du CEA "Matériaux avancés" et "Nanosciences".



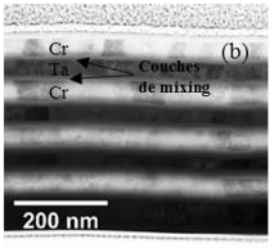


Fig. 1 : (a) Spectres RBS avec histogramme des couches après irradiation (couches de mixing en rouge) (b) Image MET de l'échantillon irradié