

Caractérisation du transport des espèces neutres et ionisées en procédé R-HiPIMS et corrélation avec les propriétés des dépôts de type TiN

A. EL Farsy¹, D. Boivin¹, A. Najah¹, S. Cuynet¹, C. Noel¹, R. Hugon¹, J. Bougdira¹, L. de Poucques¹
¹ Institut Jean Lamour, UMR 7198, CNRS, Campus ARTEM, 2 Allée André Guinier, 54000 Nancy

Résumé

La pulvérisation magnétron réactive pulsée haute puissance (R-HiPIMS) est un procédé plasma utilisé pour le dépôt de couches minces. Ce procédé a un fort potentiel en termes d'applications industrielles car il peut permettre de réaliser des dépôts sur des substrats 3D et d'améliorer les propriétés des revêtements. Un contrôle fin sur la qualité des films minces est possible à condition d'être en mesure de caractériser l'énergie et le flux des espèces déposées. L'objectif principal de l'étude proposée consiste donc à mieux comprendre le transport des espèces neutres et ionisées en procédé HiPIMS, notamment en corrélant leurs flux et leurs énergies avec les propriétés des couches minces déposées. L'étude a été focalisée sur le dépôt de nitrure de Titane (TiN).

La spectroscopie de fluorescence induite par diode laser résolue en temps pour le procédé HiPIMS a été développée afin de mesurer les fonctions de distribution en vitesse des atomes Ti neutres [1] (Figure 1-(a)). Les différents régimes de transport ont été déterminés : transport balistique pour les atomes énergétiques, transport diffusif pour les atomes thermalisés et transport quasi-diffusif pour les atomes quasi-thermalisés. En particulier, le transport des ions Ti^+ a été étudié par spectrométrie de masse résolue en temps (Figure 1-(b)). Quatre populations d'ions ont été identifiées et classées suivant leur énergie (pop1 : 0-2eV, pop2 : 2-15eV, pop3 : 15-50eV et pop4 : >50eV). Les influences de la pression de travail, de la distance entre la cible et le substrat (z) et du pourcentage d'azote dans le mélange Ar/N₂ ont été caractérisées pour les espèces Ti et Ti^+ . Des dépôts de couches minces de nitrure de titane ont été élaborés avec différentes conditions plasma (pression, mélange gazeux Ar/N₂). Leurs épaisseurs ont été mesurées par microscopie électronique à balayage. Les résultats obtenus ont été corrélés avec les flux des particules Ti et Ti^+ . Les plans de croissance préférentielle, (111) ou (200), ont été déterminés par diffraction des rayons X et corrélés avec l'énergie totale des espèces déposées.

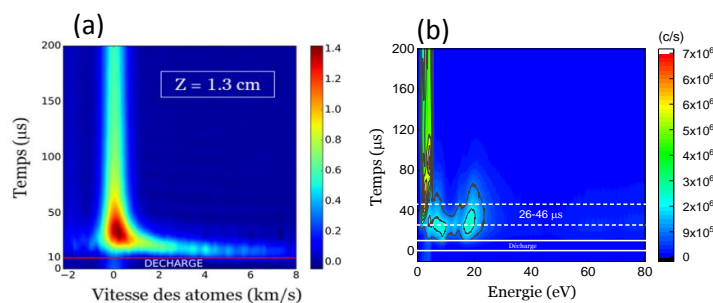


Figure 1.(a) Fonctions de distribution en vitesse des atomes Ti neutres mesurées à $Z=1.3$ cm, $p=20$ mTorr, $P_{\text{HiPIMS}}=350 \text{ W.cm}^{-2}$, en argon pur. **(b)** Fonctions de distribution en énergie des ions Ti^+ mesurées à $Z=5$ cm, $p=20$ mTorr, $P_{\text{HiPIMS}}=350 \text{ W.cm}^{-2}$, en argon pur

Référence:

[1] Farsy A E, Ledig J, Desecures M, Bougdira J and Poucques L de 2019 Characterization of transport of titanium neutral atoms sputtered in Ar and Ar/N₂ HiPIMS discharges *Plasma Sources Sci. Technol.* **28** 035005