

Plasmas : de la physique fondamentale aux procédés matériaux

Laurène Youssef ^{1,2}

¹ Univ. Limoges, IRCER, UMR 7315, F-87000 Limoges, France

² CNRS, IRCER, UMR 7315, F-87000 Limoges, France

Mél : laurene.youssef@unilim.fr

Bien que le plasma soit globalement neutre, la coexistence de particules chargées donne naissance à des phénomènes différents que ceux dans les fluides classiques, ce qui rend cet état très sensible aux champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques. Le diagnostic est l'instrument principal dans la physique des plasmas. En effet, il est indispensable au manipulateur de connaître les paramètres qui régissent la décharge comme la densité, la fonction de distribution électronique des espèces, les températures ou la nature des espèces présentes. Ces paramètres impactent crucialement les propriétés des matériaux élaborés par une technique assistée par un plasma. Parmi ces outils de diagnostic, la Spectroscopie d'Émission Optique (OES) qui consiste à suivre la raie d'émission atomique ou moléculaire d'un élément particulier [1]. Cette technique pourrait être utilisée autant bien dans les études fondamentales que dans le diagnostic de plasmas d'élaboration ou de gravure de matériau [2, 3]. La **Figure 1** regroupe trois exemples, l'un d'un suivi d'une raie d'émission optique de l'espèce CO, un autre de la gravure d'un matériau par un plasma ICP et un dernier permettant de visionner un film synthétisé par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (PECVD) [4].

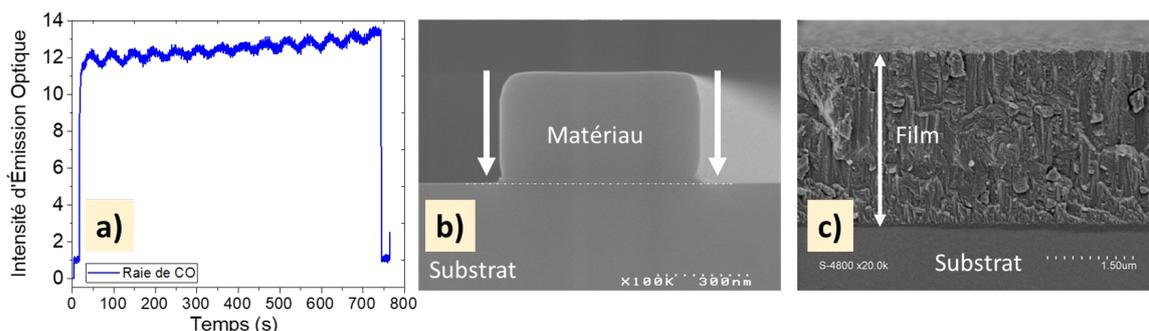


Figure 1 : Exemples a) d'une raie d'émission optique de CO, b) matériau gravé par plasma ICP et c) matériau déposé par PECVD

Comme il pourrait être constaté, il est possible de suivre la présence d'une espèce, ici par exemple le CO, dans la phase plasma (**Figure 1 (a)**). La chute de l'intensité d'émission optique est un indicateur de la disparition de cette espèce. Sur la **Figure 1 (b)**, le plasma est utilisé comme moyen de gravure de guide d'ondes pour des applications en photonique et en optique non linéaire. La composante physique du plasma permet d'améliorer l'anisotropie du procédé alors que la composante chimique permet d'ajuster la sélectivité de la gravure. Cependant, le plasma n'est pas uniquement un outil de gravure d'un matériau mais aussi une technique de dépôt d'une couche sur un substrat. La **Figure 1 (c)** montre un film de TiO_2 déposé sur du silicium pour des applications photocatalytiques et de génération d'hydrogène. En conclusion, le plasma fait l'objet d'études physiques fondamentales pour essayer de comprendre les divers phénomènes de cet état. Cependant, cette compréhension se met au service de l'interprétation des propriétés des matériaux élaborées par une technique plasma afin d'assurer la meilleure adaptation à l'application finale.

Références

- [1] I.P. Herman, Optical Diagnostics for Thin Film Processing (1996)
- [2] A. Rydosz, K. Kollbek, N-T H. Kim-Ngan, A. Czapl, A. Brudnik, J. Mater. Sci.: Mater. Electron. **31**, 11624-11636 (2020)
- [3] L. Youssef, H. El Dirani, C. Petit-Etienne, S. Kerdiles, P. Grosse, C. Sciancalepore, E. Pargon, FiO + LS FTh3C (2019)
- [4] L. Youssef, Développement par procédé plasma de couches minces de TiO_2 et de TiO_2 dopé à l'azote pour la production d'hydrogène sous lumière solaire, thèse de l'Université de Montpellier (2018).

Statut : Maître de Conférences (permanent)