

Procédés plasmas multi-échelle : quelles stratégies pour le dépôt de couches minces nanocomposites ?

K. Makasheva, R. Clergereaux et N. Naudé

Laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie (LAPLACE), Université de Toulouse, CNRS, Toulouse
mél: kremena.makasheva@laplace.univ-tlse.fr

Le développement des nanotechnologies ces dernières années a permis la miniaturisation de plusieurs dispositifs. Pour continuer dans cette direction et diversifier les applications, une forte demande de matériaux à fonctionnalités multiples est apparue. Une des réponses à cette demande réside dans l'utilisation de couches nanocomposites. Néanmoins, les méthodes de synthèse de ces couches nanocomposites se doivent d'être adaptées aux fonctionnalités et aux applications prévues. Le dépôt de couches minces par procédés plasmas est une technique largement utilisée dans le domaine de la microélectronique, et cela depuis plusieurs décennies maintenant. La versatilité des procédés plasmas offre de nombreux avantages, tels qu'une très bonne maîtrise de la composition (stœchiométrie), une excellente qualité du dépôt vis-à-vis des fonctionnalités visées et une reproductibilité remarquable. Cela a permis aux autres domaines d'application (optique, génie électrique, aéronautique, spatial, biomédical, etc.) de bénéficier des procédés plasmas pour la synthèse de différents matériaux.

Cette présentation porte sur le développement de nouvelles méthodes de dépôt de couches minces nanocomposites par procédés plasmas. Elle résume les activités menées sur le sujet par l'équipe SciPRA du LAPLACE. Il sera démontré que le choix du procédé plasma se fait sur la base de plusieurs critères, dès l'apport d'énergie pour l'entretien du plasma, en fonction des paramètres du plasma et les mécanismes intervenant en lien avec les précurseurs injectés, jusqu'aux propriétés du dépôt final. Les exemples seront donnés pour des plasmas hybrides entretenus à basse pression¹⁻⁴ et à la pression atmosphérique^{3,4}. Les stratégies plasmas développées sont très variées et complexes mais restent adaptées aux applications des couches nanocomposites synthétisées.

Remerciements

Cette présentation est issue des travaux réalisés dans le cadre des projets ANR BENDIS (ANR-21-CE09-0008), ANR GROWNANO (ANR-21-CE29-0001), ANR LUMINA (ANR-21-CE08-0011-01), ANR PLASSEL (ANR-21-CE08-0038) et l'IRN NMC – Nanomatériaux Multifonctionnels Contrôlés du CNRS.

Références

1. Garofano, V. *et al.* Multi-scale investigation in the frequency domain of Ar/HMDSO dusty plasma with pulsed injection of HMDSO. *Plasma Sources Sci. Technol.* **28**, 055019 (2019).
2. Bérard, R., Garofano, V., Joblin, C., Stafford, L. & Makasheva, K. Layer-by-layer structured nanocomposite deposits from plasma-synthesized organosilicon nanoparticles and organosilicon nanoparticles decorated with Ag nanoparticles by taking advantage of cyclic nanoparticle formation in Ar/HMDSO reactive plasmas. *Front. Nanotechnol.* **6**, 1337571 (2024).
3. Carnide, G. *et al.* Direct Liquid Reactor-Injector of Nanoparticles: A Safer-by-Design Aerosol Injection for Nanocomposite Thin-Film Deposition Adapted to Various Plasma-Assisted Processes. *Coatings* **13**, 630 (2023).
4. Carnide, G. *et al.* Pulsed Aerosol-Assisted Low-Pressure Plasma for Thin-Film Deposition. *Plasma Chem. Plasma Process.* **44**, 1343–1356 (2024).

Statut :