

Nanostructuration directe de couche sol-gel par embossage à chaud

Maxime Gayrard¹, Lotfi Berguiga¹, Céline Chevalier¹, Lydie Ferrier¹

Université de Lyon, INSA Lyon, ECL, CNRS, UCBL, CPE Lyon
Institut des Nanotechnologies de Lyon - INL, CNRS UMR 5270, INSA Lyon, 69622 Villeurbanne, France

Email : maxime.gayrard@insa-lyon.fr

Keywords : Nanoimprint, sol-gel, SiO₂, photonic sensor

La technique de lithographie par nano-impression (NIL) est une technique très utilisée pour obtenir des matériaux nano-texturés. Ces structures peuvent avoir de nombreux domaines d'applications comme l'électronique^{1,2}, optique³⁻⁵, photo-catalytique⁶, la biologie⁷ ou encore la photonique^{8,9}. Cette technique est largement utilisée dans les domaines industriels et académiques. En effet, sa simplicité de mise en place, sa résolution, son haut rendement, son coût et sa large gamme d'application en font une technique très intéressante.

La nano et la micro-structuration sont des paramètres importants dans le domaine de l'optique. En effet, pour les applications que nous essayons de développer, la texturation doit être proche de la longueur d'onde de travail (du visible au proche IR). Le développement de couches minces texturées doit pouvoir être réalisé à bas coût, reproductible, réalisable à grande échelle et doit pouvoir être une alternative aux méthodes classiques de structuration des matériaux issus de la microélectronique (lithographies, gravures).

C'est dans ce contexte que nous proposons une approche qui combine la chimie sol-gel et la nano-impression thermique (hot embossing) dans le but d'obtenir des structures photoniques à base de silice mésoporeuse le tout en limitant le nombre d'étapes. D'un point de vue chimique, la silice mésoporeuse est réalisée par voie sol-gel, en utilisant un précurseur de silicium (TEOS) et un copolymère à blocs (pluronic F127) afin d'obtenir la porosité du matériau. Le dépôt de cette couche est réalisé par spin coating. Le procédé d'impression à chaud a été réalisé à l'aide d'un moule en silicium (obtenu par E-beam lithography) avec des structures périodiques 1D et 2D.

Cette nouvelle approche pourrait ouvrir des perspectives pour l'utilisation de ces couches comme capteurs photoniques sensibles à l'environnement.

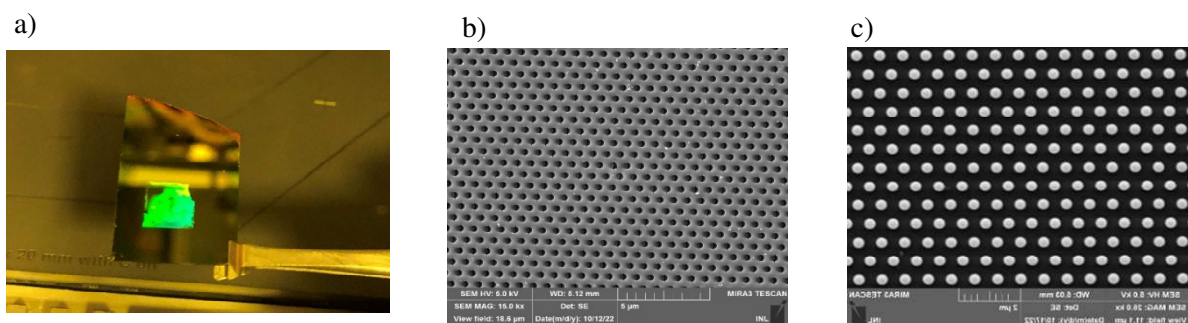


Figure 1: (a) photo d'un échantillon de silice mésoporeuse nano-imprimé, (b) cliché MEB d'une couche de silice mésoporeuse nano-imprimée (2D), (c) cliché MEB d'un moule en silicium obtenu par e-beam lithography

Références :

1. Yang, K.-Y., Yoon, K.-M., Lim, S. & Lee, H. Direct indium tin oxide patterning using thermal nanoimprint lithography for highly efficient optoelectronic devices. in *Journal of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics and Nanometer Structures* vol. 27 2786 (2009).
2. McAlpine, M. C., Friedman, R. S. & Lieber, C. M. Nanoimprint lithography for hybrid plastic electronics. *Nano Lett.* **3**, 443–445 (2003).
3. Lukosz, W. & Tiefenthaler, K. *Embossing technique for fabricating integrated optical components in hard inorganic waveguiding materials.* *OPTICS LETTERS* vol. 8 (1983).
4. Roncone, R. L., Weller-Brophy, L. A., Weisenbach, L. & Zelinski, B. J. J. *Embossed gratings in sol-gel waveguides: pre-emboss heat treatment effects.* *Journal of Non-Crystalline Solids* vol. 128 (1991).
5. Schmidt, H. K., Krug, H., Zeitz, B. & Geiter, E. *Inorganic-organic nanocomposites for optical coatings.* <http://spiedl.org/terms>.
6. Bera, S. *et al.* Zinc-indium-oxide sol-gel thin film: Surface patterning, morphology and photocatalytic activity. *Surf. Eng.* **31**, 492–501 (2015).
7. Mikkelsen, M. B. *et al.* All-silica nanofluidic devices for DNA-analysis fabricated by imprint of sol-gel silica with silicon stamp. *Lab Chip* **12**, 262–267 (2012).
8. Rasic, G. & Schwartz, J. Nanoimprint lithographic surface patterning of sol-gel fabricated nickel ferrite (NiFe₂O₄). *MRS Commun.* **3**, 207–211 (2013).
9. Kim, W. S., Yoon, K. B. & Bae, B. S. Nanopatterning of photonic crystals with a photocurable silica-titania organic-inorganic hybrid material by a UV-based nanoimprint technique. *J. Mater. Chem.* **15**, 4535–4539 (2005).