

Nouveau procédé de micro-nanostructuration de couches de nitrure de titane (TiN) par la combinaison d'un sol-gel d'oxyde de titane (TiO₂) et d'un recuit rapide thermique (RTA).

V. Vallejo-Otero^{1*}, A. Valour¹, S. Reynaud¹, E. Gamet¹, N. Crespo-Monteiro¹ et Y. Jourlin¹
Laboratoire Hubert Curien, Université de Lyon, UMR CRNS 5516, 42000 Saint-Etienne, France
E-mail : victor.vallejo.otero@univ-st-etienne.fr

Keywords: Titanium nitride, Sol-gel method, Rapid thermal nitridation, Mechanical, Electrical, Optical properties.

Le nitrure de titane (TiN) est communément utilisé pour ses propriétés thermiques, mécaniques, électriques et optiques. Il est aussi utilisé pour des applications plasmoniques et pour réaliser des métasurfaces offrant des fonctions optiques dans le visible et le proche infrarouge [1]. Ces propriétés plasmoniques combinées aux très bonnes propriétés mécaniques (dureté), thermiques (matériau réfractaire) et chimique [2] font de ce matériau une alternative très prometteuse aux métaux nobles comme l'or ou l'argent pour des applications optiques à haute température ou dans des environnements extrêmes (capteurs optiques, métasurfaces).

Les procédés de fabrication de couches de nitrure de titane les plus utilisés sont le dépôt chimique en phase vapeur (CVD) [3] et le dépôt physique en phase vapeur (PVD) [4]. Du fait de leur bonne performance en dureté et de leur résistance thermique élevée, les couches TiN sont difficiles à microstructurer ou à graver directement après leur déposition. Une autre méthode de fabrication de couches TiN est la nituration d'une couche d'oxyde de titane (TiO₂). Cela consiste à chauffer les couches déposées de TiO₂ à haute température (plus de 800°C) pendant plusieurs heures sous gaz d'ammoniac [5]. A cette température la couche de TiO₂ va réagir avec l'ammoniac pour former du TiN. Ce procédé est relativement long et nécessite de l'énergie ; Il ne peut en outre, être déployé de manière simple sur tous les types de substrats (selon la forme et leur dimension), ce qui en fait un procédé finalement peu déployé.

Dans cette présentation, une nouvelle méthode d'élaboration de couches de TiN micro-nanostructurées à partir d'un sol-gel photo-structurable de TiO₂, par recuit thermique rapide (RTA) sera présentée. Ce sol-gel est structurable par lithographie optique et lithographie par nano-impression (NIL), permettant une production rapide et facile de couches de TiO₂ micro-nanostructurées (Figure 1). Ces couches peuvent ensuite être converties en couches de TiN micro-nanostructurées grâce à un procédé RTA de quelques minutes sous gaz d'ammoniac. Cette présentation introduira ce nouveau processus et les résultats obtenus. Des résultats préliminaires seront présentés à travers plusieurs démonstrateurs de couches de TiN microstructurées obtenues à partir de films TiO₂ sol-gel structurés par différentes techniques (lithographie optique, nano-impression...). Les couches produites ont été caractérisées par diffraction aux rayons X (DRX), Microscope électronique en transmission (TEM et STEM), Spectroscopie de perte d'énergie des électrons (EELS), Spectroscopie RAMAN... Les propriétés optiques et électriques ont aussi été étudiées et une application plasmonique sera présentée.

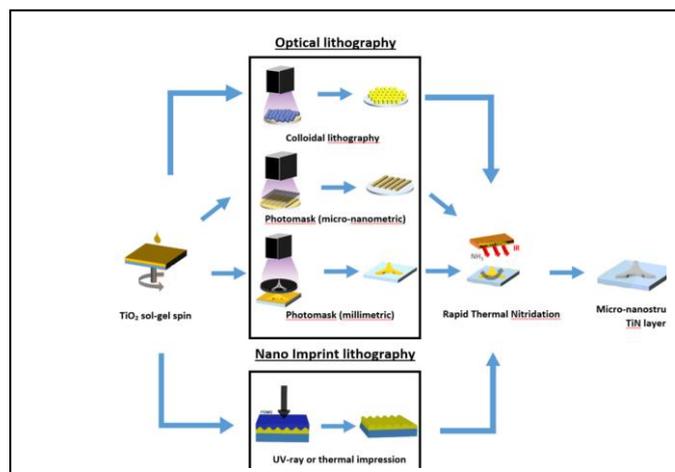


Figure 1. Illustration du nouveau procédé de micro-nanostructuration du nitrure de titane.

- [1] A. Valour et al., Surf. Coat. Technol. 413 (2021) 127089.
- [2] G. Gagnon et al., J. App. Phys. 75 (1994) 1565-1570.
- [3] S. Tang et al., Surf. Coat. Technol. 258 (2014) 1060-1067.
- [4] N. Heide et al., Nucl. Inst. Methods Phys. Res. B 80-81 (1993) 467-471.
- [5] K. Kamiya et al., J. Mater. Sci. 22 (1987) 937-941.