GEMaC
Groupe d'Étude
de la Matière Condensée

DE SURPRISE EN DÉCOUVERTE AUTOUR D'INCROYABLES MATÉRIAUX CONDUCTEURS ET TRANSPARENTS, LES VANADATES

Les vanadates de strontium (SrVO3) et de calcium (CaVO3) sont des oxydes pérovskites. Ce sont des matériaux aux multiples facettes fonctionnelles et applicatives. Panorama des avancées récentes, auxquelles le GEMaC a fortement contribué.

L'oxyde pérovskite SrVO3 est un métal à électrons fortement corrélés qui présente un intérêt croissant pour la communauté scientifique. C'est un matériau modèle pour tester différentes théories de l'origine de l'état métallique, de la transition métal/isolant et des propriétés électroniques exceptionnelles associées [1,2]. C'est dans ce contexte que le GEMaC optimise la croissance en couches minces de ce matériau et de son « presque » jumeau CaVO3 par ablation laser (PLD). Cette démarche a conduit à la découverte progressive des différentes facettes fonctionnelles et applicatives de ces composés.

1. Les matériaux simultanément transparents et électriquement conducteurs sont rares. Pourtant leurs applications sont multiples (photovoltaïque, écrans…). Les vanadates possèdent cette double propriété. Le GEMaC a ainsi participé à démontrer que ces matériaux sont prometteurs en tant qu'électrode conductrice et transparente pour le photovoltaïque. À l'aide de nanofeuillets servant de germes de croissance, les chercheurs ont réussi la cristallisation à basse température sur un substrat de verre des couches minces de $SrVO_3$ et $CaVO_3$ avec de très bonnes propriétés électroniques [3].

2. En outre, une étude fine des conditions de dépôt PLD a montré l'apparition de nanostructures isolantes [4-5] pouvant être utilisées comme nano-capacités [6]. Les chercheurs ont également démontré récemment que la morphologie de ces nanostructures peut être contrôlée par l'orientation du substrat. Cela offre une maîtrise de fabrication des nanostructures permettant de viser des applications bien particulières (couche optique anti-reflet ou pilotage de la mouillabilité de surface) [7].

3. Enfin, la dissolution des films de $SrVO_3$ et $CaVO_3$, a été observée en milieu aqueux [8-9]. Cette aptitude, toujours à l'étude en collaboration avec l'équipe EPI de l'ILV, permet leur utilisation dans des nouveaux procédés de nanofabrication. Elles peuvent ainsi servir de couches sacrificielles pour le transfert de couches minces et hétérostructures d'oxydes pérovskites sur silicium, substrats de verre ou flexibles. Une preuve de concept, publiée en 2020 [10], offre un large champ d'étude pour les prochaines années.

En résumé, la maîtrise grandissante de la croissance des vanadates ouvre la voie à un nombre toujours plus grand d'applications, tant fondamentales que technologiques.

Liens connexes:
Fait marquant de l'Institut de chimie (INC)
Podcast France Culture
Pour la Science n°532 (26 janvier 2022), "Sur la piste de nouveaux matériaux conducteurs transparents"

Références:

[1] S. Bakes *et al.,*

"Hubbard band versus oxygen vacancy states in the correlated electron metal SrVO3",
Physical Review B **94**, 241110 (2016) – [arXiv]

[2] A. Fouchet *et al.*,
"Study of the electronic phase transition with low dimensionality in srVO3 thin films",
Materials Science and Engineering B, **212**, 7 (2016) – [HAL]

[3] A. Boileau *et al.*,
"Highly Transparent and Conductive Indium-Free Vanadates Crystallized at Reduced Temperature on Glass Using a 2D Transparent Nanosheet Seed Layer",
Adv. Funct. Mater. 2108047 (2021) – [HAL]

[4] B. Berini *et al.,*
"Control of high quality SrVO3 electrode in oxidizing atmosphere",
Advanced Materials Interface **3**, 1600274 (2016) – [HAL]

[5] R. Coq Germanicus *et al.*,
"Three dimensional resistance mapping of self-organized Sr3V2O8 nanorods on metallic perovskite SrVO3 matrix",
Applied surface science, **510**, 145522 (2020) – [HAL]

[6] V. Demange *et al.*,
"Ca3(VO4)2 Nanowires on Metallic CaVO3 Films as Nanocapacitors",
ACS Appl. Nano Mater. 3, 6684 (2020) – [HAL]

[7] B. Berini *et al.*,
"Morphology control of self-organised Sr3V2O8 nanostructures on SrVO3 grown onto single and poly-crystalline subjacent SrTiO3 substrates",
Applied Surface Science **566**, 150759 (2021) – [HAL]

[8] Y. Bourlier *et al.*,
"Surface characterizations and selective etching of Sr-rich segregation on top of SrVO3 thin-films grown by pulsed laser deposition",
ChemNanoMat **5**, 674 (2019) – [HAL]

[9] Y. Bourlier *et al.*,
"XPS monitoring of SrVO3 thin films from demixing to air ageing: The asset of treatment in water",
Applied Surface Science, **553**, 149536 (2021) – [HAL]

[10] Y. Bourlier *et al.,*
"Transfer of Epitaxial SrTiO3 Nanothick Layers Using Water-Soluble Sacrificial Perovskite Oxide",
ACS Applied Materials et Interfaces **12**, 8466 (2020) – [HAL]

Contact :
Bruno Berini
Yves Dumont