

Épitaxie sur silicium assistée par la chimie douce : une plateforme pour des dispositifs à oxydes fonctionnels intégrés

Adrian Carretero-Genevriér

1. Institut d'Electronique et des Systèmes (IES), CNRS, Université de Montpellier, 860 Rue de Saint Priest 34095 Montpellier, France

Les oxydes sont des matériaux robustes qui peuvent présenter des propriétés électriques, magnétiques, optiques et thermiques exceptionnelles. Pour ces raisons, une intégration industrielle de couches minces et de nanostructures d'oxyde épitaxiés sur le silicium est souhaitable étant donné cette large gamme de propriétés qui peuvent fournir de nouveaux dispositifs sur puce. Cependant, pour parvenir à une intégration efficace des technologies de couches minces épitaxiées, le substrat de silicium doit être à la fois chimiquement et structurellement compatible avec la couche souhaitée afin d'éviter la formation de défauts interfaciaux indésirables, et doit être économiquement réalisable pour une production à grande échelle. Par conséquent, les défis techniques tels que la compatibilité des étapes de fabrication individuelles pour exploiter ces avancées et les déployer sur le marché imposent des conditions sévères pour l'ensemble du processus d'intégration des matériaux. Par exemple, l'industrie piézoélectrique produit des capteurs presque uniquement à partir de cristaux massifs et il n'existe actuellement aucun processus efficace et rentable pour le dépôt de ces matériaux sous forme de couche mince monocristallin sur du silicium au niveau industriel. Dans ce travail, je présenterai différents exemples d'intégration directe réussie sur silicium de couches minces d'oxydes piézoélectriques en utilisant exclusivement des technologies de dépôt chimique. C'est-à-dire (i) des couches de quartz-alpha épitaxiés et nanostructurés [1,2], de nouvelles couches minces d'oxydes à base d'hollandite ferroélectrique [3], et (iv) une intégration sans précédent par épitaxie et sans catalyseur de ZnO sur du silicium. Toutes ces nanostructures d'oxydes fonctionnels sont des matériaux piézoélectriques, pas chère et non toxiques, qui sont actuellement utilisés dans différents projets pour produire des capteurs rentables, des catalyseurs efficaces ou des micro-sources d'énergie, entre autres applications [4,5]. Certaines des applications de ces dispositifs développés seront détaillées et discutées au cours de cet exposé.

[1] Qianzhe Zhang et al. *Nanoscale Advances* 2 (2019).

[2] David Sanchez-Fuentes et al. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 12, 4, 4732–4740, (2020).

[3] José Manuel Vila-Fungueiriño et al. *Nanoscale*, 13, 9615-9625, (2021).

[4] C. Jolly et al. *Adv. Mater. Technol.* 6, 2000831, (2021).

[5] Laurent Lermusiaux, et al. *Accounts of Chemical Research, Acc. Chem. Res.* 2022, 55, 2, 171–185, (2022).