

## LE PROJET

---

Les films minces à base d'oxydes, nitrures ou carbures, à vocation optique, diélectrique ( $\text{SiO}_x$ , a-SiCOH) et de passivation (a-SiNH), sont employés en microélectronique (isolation des contacts), dans le domaine des capteurs opto-électroniques, ou le domaine du photovoltaïque. Ces films minces sont majoritairement réalisés par décompositions plasmas de mélanges gazeux contenant du silane voire ses dérivés fluorés ou chlorés (PACVD : Plasma Assisted Chemical Vapor Deposition) et paradoxalement rarement élaborés par pulvérisation magnétron (PVD : Physical Vapor Deposition). Parmi les facteurs limitant ces deux technologies, deux aspects apparaissent : i) Le silane et ses dérivés nécessitent la mise en place de moyens importants de sécurité, ii) L'utilisation de plasmas basse ou radio fréquences (35-50 kHz et 13.56 MHz), qui bien que souples d'emploi, du fait des faibles taux d'ionisation et de dissociation qu'ils induisent, conduisent à de faibles vitesses de dépôt. Ces technologies conduisent à une limitation dans l'abaissement des coûts de production pourtant nécessaires au développement industriel. L'emploi de technologies plasma de dépôt n'utilisant pas la base silane gazeux et permettant d'accroître les vitesses de dépôt est donc une voie alternative. Mais ces procédés sont à étudier de façon complète ainsi que la nature des matériaux qu'ils permettront d'obtenir (comparaison avec l'existant). L'utilisation de nouveaux précurseurs liquides, les organosiliciés, pour la PACVD, mais aussi l'emploi de plasmas haute densité, afin d'augmenter les vitesses de dépôt, à la fois en technologies PACVD et PVD réactive, est l'alternative amont que nous proposons. Du point de vue des matériaux maintenant, les films minces de type SiNOC:H peuvent remplacer avantageusement les bases  $\text{SiN}_x$ ,  $\text{SiO}_x$  et SiC en étendant sur un plus large domaine leur propriétés fonctionnelles. Le contrôle du dosage des éléments constitutifs de ces matériaux permet d'envisager d'étendre considérablement le domaine de variation des indices optiques (faible indice pour les oxydes à faible taux de carbone, forts indices à fort taux de silicium) et des caractéristiques diélectriques. Mais la présence de défauts dans les films proches de la surface du substrat ou la nature même de l'interface film/substrat conditionnent inévitablement les propriétés optiques et électriques finales des systèmes. Le manque d'études basées sur la compréhension des phénomènes de croissance des films, l'identification et le contrôle des interfaces film/substrat limite donc considérablement le développement de propriétés étendues des films.

Le projet HDPlasm-A-SINOC propose l'étude et le développement de plasmas haute densité alternatifs à l'existant pour la PACVD d'organosiliciés, en remplacement du silane (gaz pyrophorique) et la PVD, de couches minces de la famille SiNOCH. Il est plus particulièrement focalisé sur les interactions plasmas/surfaces, l'identification et le rôle fondamental des interfaces film/substrat sur les propriétés recherchés. Ce projet met en commun les compétences des laboratoires ou instituts PROMES-Perpignan, IMN-Nantes, ICCF (LMI-Clermont) et IJL-Nancy. Il est de type recherche industrielle et tient à la fois des domaines du génie des procédés et de la science des matériaux pour des applications optique, électronique et photovoltaïque (PV). Il tourne autour des points importants suivants : i) Développement et caractérisation de procédés de dépôts à haute densité de plasma pour l'élaboration de films minces de type SiNOC:H par PACVD et PVD – Diagnostics de ces procédés alternatifs – Apport par rapport à l'existant ; ii) Etude spécifique des interactions plasma/surface dans le but d'identifier et contrôler les interfaces dans les couples films/substrats dans la mesure où ces dernières conditionnent les propriétés des matériaux élaborés - Caractérisation des matériaux et de leurs interfaces avec les surfaces traitées - Rôle de ces interfaces, et iii) Identification de performances et d'applications des matériaux SiNOC:H pour applications PV, solaires thermodynamiques, opto-électroniques et thermomécaniques.

Mise à jour le 13 mars 2015