



ID de Contribution: 61

Type: Contribution orale

## Mécanismes d'adsorption/désorption physique des gaz résiduels sur Si/SiO<sub>2</sub> en conditions cryogéniques

vendredi 7 juillet 2023 09:22 (17 minutes)

L'utilisation de basses températures pour la nanofabrication et les traitements par plasma a permis d'obtenir des avantages significatifs pour les matériaux et composants employés dans plusieurs domaines de la science et de la technologie. Par exemple, la gravure cryogénique du Si à l'aide de plasmas SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub> a permis l'obtention de structures à fort rapport d'aspect et une sélectivité élevée entre le Si et la photorésine (1). Des études ont montré que ces améliorations sont dues à la formation d'une couche de passivation SiO<sub>x</sub>F<sub>y</sub> qui ne se produit que sur des surfaces refroidies (2,3), généralement autour de -100 °C. En effet, la diminution de la température d'une surface solide exposée à une phase gaz/plasma a pour but d'augmenter la quantité et la variété des espèces adsorbées, ainsi que leur temps de résidence. Par ailleurs, il est important de noter que les espèces adsorbées proviennent à la fois des gaz de travail (e.g., SF<sub>6</sub>, SiF<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>, O<sub>2</sub>, etc.) mais également des gaz résiduels qui sont souvent présents dans les réacteurs de gravure (e.g., CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, CF<sub>x</sub>, etc.). Ces derniers sont dus aux fuites, au dégazage et à la pulvérisation des parois de la chambre et peuvent affecter de manière significative les mécanismes physico-chimiques sur la surface refroidie lorsque la température est suffisamment basse.

En accompagnement des études récentes sur la compréhension de la gravure du Si (4), nous menons ici une étude de spectroscopie de photoélectrons induits par rayons X (XPS) quasi in situ sur la surface du Si (et de son oxyde natif SiO<sub>2</sub>) à des différentes températures cryogéniques, sous vide. Le but est d'étudier spécifiquement les mécanismes d'adsorption/désorption des gaz résiduels présents dans un réacteur de gravure typique, comme une étape préalable du procédé. Il a été constaté que l'état chimique de la surface du Si reste quasiment inchangé lorsque sa température passe d'ambiante (+25 °C) jusqu'à -120 °C. Cependant, pour des températures plus basses, l'adsorption de H<sub>2</sub>O devient un problème majeur. L'épaisseur de la couche de H<sub>2</sub>O ainsi que sa concentration à la surface du Si augmentent de manière exponentielle lorsque la température diminue, suivant une loi d'Arrhenius « inverse ». L'adsorption de fluor et de ses composés peut également être détectée à partir de -100 °C, quoique de façon beaucoup moins marquée. Les résultats exposés démontrent l'impact des gaz résiduels et sont importants pour établir les limites de fonctionnement dans les domaines de la gravure et du dépôt cryogéniques.

Remerciements : CNRS, Programmes ANR PSICryo et Emergence-INC OPERA.

- (1) R. Dussart et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 47 (2014) 123001.
- (2) J. Pereira et al., Appl. Phys. Lett. 94 (2009) 071501.
- (3) X. Mellhaoui et al., J. Appl. Phys. 98 (2005) 104901.
- (4) G. Antoun et al., ECS J. Solid State Sci. Technol. 11 (2022) 013013.

### Affiliation de l'auteur principal

CNRS, Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN)

**Auteur principal:** Dr CEMIN, Felipe (Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes)

**Co-auteurs:** Dr GIRARD, Aurélie (Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes); Dr CARDINAUD, Christophe (Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes)

**Orateur:** Dr CEMIN, Felipe (Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes)

**Classification de Session:** Mini-colloques: MC23 Plasmas industriels pour la microélectronique et les nouveaux matériaux

**Classification de thématique:** MC23 Plasmas industriels pour la microélectronique et les nouveaux matériaux