



ID de Contribution: 459

Type: Contribution orale

## Texturation d'aciers inoxydables massifs à l'échelle micrométrique avec plasma chloré ICP : Optimisation des procédés et compréhension des mécanismes de gravure

vendredi 7 juillet 2023 09:56 (17 minutes)

La structuration à l'échelle micrométrique de la surface des aciers inoxydables permet de leur apporter de nouvelles fonctionnalités, dans des domaines comme la tribologie où l'optique. Dans ce travail, nous avons développé un procédé de gravure plasma utilisant un réacteur ICP avec un mélange de chlore et d'argon pour la gravure de deux aciers inoxydables : l'acier austénitique 4441 (17,7 % en poids de Cr et 14,7 % en poids de Ni) et l'acier martensitique 4116N. (14,5 % en poids de Cr et 0,2 % en poids de Ni).

La mise au point de ce procédé a été réalisée en s'appuyant sur l'étude de la gravure des principaux métaux qui composent ces aciers, à savoir le fer, le chrome et le nickel. A partir de mesures de vitesse de gravure couplées à des analyses par spectroscopie d'émission optique (OES), nous avons montré que, dans le plasma Cl<sub>2</sub>/Ar, le fer est l'élément qui se grave le mieux, suivi du chrome, puis du nickel. Nous avons également étudié la variation de la vitesse de gravure de ces métaux et des aciers en fonction de la température des substrats. Ces études ont permis d'établir certains mécanismes de gravure impliqués dans la gravure des éléments métalliques. Des échantillons de métaux et d'aciers inoxydables gravés ont été analysés par spectrométrie photo-électronique à rayons X (XPS). Nous avons montré que dans un plasma Cl<sub>2</sub>/Ar, le fer est principalement gravé par un processus chimique obéissant à une loi d'Arrhénius. Ce mécanisme repose sur la formation de chlorures de fer volatils. Dans le cas du chrome, une gravure assistée par ions est nécessaire pour désorber les chlorures de chrome non volatils formés à la surface du matériau. Enfin, pour le nickel, nous avons observé que la vitesse de gravure diminue lorsque la température augmente. Les analyses XPS suggèrent la formation de chlorures de nickel non volatils. Ces chlorures seraient à l'origine de la diminution de la vitesse de gravure du nickel. Ces mécanismes nous permettent de conclure que, dans un plasma chloré, l'élément bloquant dans la gravure des aciers inoxydables est le nickel. En effet, l'acier 4116N contenant 0,2 % en poids de Ni, a une vitesse de gravure de 55 nm.min<sup>-1</sup> tandis que l'acier 4441 contenant 14,7 % en poids de Ni, a une vitesse de gravure plus faible (48 nm.min<sup>-1</sup>).

D'autre part, nous avons observé par spectroscopie à rayons X à dispersion d'énergie (EDX) la présence de dépôts riches en chlore sur les surfaces d'aciers inoxydables gravées. Pour éviter la formation de ces dépôts, un procédé séquencé avec plasma Cl<sub>2</sub>/Ar et plasma H<sub>2</sub> a été développé. Ce processus nous a permis d'obtenir une surface gravée lisse. En effet, l'analyse XPS sur la surface gravée à l'aide de plasma séquencé ne révèle aucun chlorure métallique.

Cette recherche a été soutenue par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre du projet SPOT (ANR-17-CE08-0029).

### Affiliation de l'auteur principal

Institut Jean Lamour, CNRS/University of Lorraine, Nancy, France

**Auteurs principaux:** Mme LAOURINE, Fériel (c2N); Dr GUILLET, Stéphane (Institut des NanoSciences de Paris); Dr MARCOS, Grégory (IJL); Dr CARDINAUD, Christophe (IMN); Dr LE DAIN, Guillaume (IMN); Prof.

RHALLABI, Ahmed (IMN); Dr GÂTÉ, Valentin (Silsef); Dr TUROVER, Daniel (Silsef); Prof. CZERWIEC, Thierry (IJL)

**Orateur:** Prof. CZERWIEC, Thierry (IJL)

**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