

Avis de Soutenance

Monsieur Jack NOS

Physique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Etude de procédés de cryogravure à base de gaz fluorocarbonés

dirigés par Monsieur Rémi DUSSART et Monsieur THOMAS TILLOCHER

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : GREMI - Groupe de Recherches sur l'Energie des Milieux Ionisés

Soutenance prévue le **jeudi 06 novembre 2025** à 14h30

Lieu : GREMI UMR7344, CNRS/Université d'Orléans 14 rue d'Issoudun, BP6744 45067 Orléans Cedex 2

Salle : GREMI Grande de réunion

Composition du jury proposé

M. Rémi DUSSART	Université d'Orléans	Directeur de thèse
M. David EON	Université Grenoble Alpes	Rapporteur
M. Jean-Paul BOOTH	Laboratoire de Physique des Plasmas	Rapporteur
M. Thomas TILLOCHER	Université d'Orléans	Co-directeur de thèse
Mme Aurélie GIRARD	Nantes Université	Co-encadrante de thèse
Mme Emilie DESPIAU-PUJO	Université Grenoble Alpes	Examinatrice
M. Christophe CARDINAUD	Nantes Université	Examineur
M. Jean-François DE MARNEFFE	IMEC	Examineur
M. Mohamed BOUFNICHIEL	ST Microelectronics	Invité
M. Lawrence OVERZET	University of Texas at Dallas	Invité

Mots-clés : Gravure plasma, Cryogravure, Procédé Bosch, Interactions plasma-surface,

Résumé :

Cette thèse a été réalisée au GREMI dans le cadre du projet ANR PSICRYO, en collaboration avec le laboratoire des technologies de la microélectronique (LTM) et l'institut des matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN). Le but de ce projet de recherche était d'étudier l'interaction plasma-surface dans les procédés de cryogravure avancés. Les procédés de cryogravure par plasma se caractérisent par une thermalisation du substrat en dessous de -40°C ce qui permet de renforcer certains mécanismes de passivation. Ces procédés sont à l'étude dans le secteur de la microélectronique car ils permettent des gravures d'une grande précision avec une altération moindre des couches minces de surface. Ce manuscrit résume les résultats de cryogravure obtenus sur des matériaux à base de silicium (principalement Si et SiO_2) en utilisant des procédés cyclique de type Bosch avec la répétition de plasmas fluorocarbonés ($\text{c-C}_4\text{F}_8$ et CF_4) suivi de plasma SF_6 . Ce travail a été réalisé avec un réacteur ICP qui dispose d'un porte-substrat cryogénique utilisant de l'azote liquide pouvant atteindre -150°C . L'étude s'est principalement portée sur la relation entre les propriétés de gravure obtenues et les paramètres du plasma qui ont pu être caractérisés en fonction de la température du porte-substrat entre 20°C et -150°C . La caractérisation des profils, vitesses et sélectivités de gravure a été réalisée par microscopie électronique par balayage (MEB) et éllipsométrie in-situ. La caractérisation des propriétés des plasmas étudiés a été réalisée par spectrométrie de masse, spectroscopie d'absorption UV ainsi que par sonde capacitive. L'étude s'est principalement portée sur les procédés de type Bosch où il a été démontré que la diminution de la température permettait de renforcer les mécanismes de passivation apportés par plasmas $\text{c-C}_4\text{F}_8$. Par la suite, un procédé cyclique utilisant du CF_4 comme gaz de passivation a pu être développé permettant d'obtenir des profils de gravure anisotropiques à -100°C .