

# Elaboration et caractérisation de couches ferroélectriques pour la fabrication de transistors FeFET

Ivane BOTTALA GAMBETTA

Sous la direction de E. Blanquet

Co-encadrée par A. Mantoux, M. Gros-Jean (STMicroelectronics) et N. Vaxelaire (CEA-LETI)

**Mardi 31 janvier 2023 à 14h00**

Salle séminaire RASSAT

## **Jury :**

Lionel Santinacci, Chargé de recherche HDR CNRS, CINaM, Rapporteur

Nicholas Barrett, Directeur de recherche CEA, Rapporteur

Hubert Renevier, Professeur G-INP UGA, LMGP, Examineur

Jean Coignus, Ingénieur, CEA LETI, invité

**Résumé :** Le contexte de la thèse concerne le domaine de l'évolution des mémoires en microélectronique. Au lieu de s'intéresser à leur miniaturisation, il est ici question de remplacer l'oxyde de grille par un matériau ferroélectrique. L'intégration d'un tel matériau au niveau de l'oxyde de grille d'un transistor mémoire permet une faible consommation de ceux-ci résultant d'un basculement d'un état mémoire à l'autre grâce à un faible courant.

Le caractère ferroélectrique de la phase orthorhombique de l'oxyde d'hafnium a été mis en évidence en 2011. Par ailleurs, ce matériau est déjà bien intégré en microélectronique pour ses propriétés high-k, ce qui en fait un sujet d'étude pertinent dans le cadre de cette thèse. La structure non-centrosymétrique de HfO<sub>2</sub> visée pour observer l'effet ferroélectrique est la phase orthorhombique (groupe Pca21). Il est notamment possible d'élaborer des couches de HfO<sub>2</sub> dopées et de mettre en œuvre un traitement thermique pour stabiliser cette phase au détriment de toutes les autres phases cristallines possibles du HfO<sub>2</sub>.

Pour confectionner des dépôts fins du matériau recherché, le procédé ALD (dépôt par couches atomiques) a été utilisé. En plus du contrôle précis de l'épaisseur, cette technique permet aisément l'insertion de dopants au sein du matériau et une favorisation de la stabilisation de certaines phases cristallines pour des conditions souhaitées. Ces travaux de thèse concernent essentiellement l'élaboration par ALD et la caractérisation de couches à base d'oxyde d'hafnium avec différents dopants, comme l'aluminium, le lanthane ou le silicium. Différentes proportions de dopage sont analysées, couplées à une certaine gamme de conditions de recuit post-dépôt dans le but de définir des conditions optimales pour atteindre un matériau à base de HfO<sub>2</sub> majoritairement orthorhombique. Des tests électriques mettent en évidence le caractère ferroélectrique des couches les plus propices à être intégrées dans un transistor mémoire.