Caractérisation et Modélisation Compacte d'états intermédiaires dans une Mémoire à Changement de Phase

Corentin Pigot[1,2,3], Fabien Gilibert[1], Marina Reyboz[2], Marc Bocquet[3], Jean-Michel Portal[3]*

[1]STMicroelectronics, 850 rue Jean Monnet, F-38926 Crolles Cedex, France
[2]Cea Leti, MINATEC Campus, F-38054 Grenoble, France
[3]IM2NP, Aix-Marseille Université, Campus de Polytech'Marseille, 5 rue Enrico Fermi, Bât Fermi, 13453 Marseille

La mémoire occupe une place et une surface de plus en plus importante dans les applications embarquées. Pour les nœuds technologiques inférieurs à 40nm, la réduction d'échelle des mémoires à grille flottante (de type flash) devient de plus en plus difficile. Aussi d'autres solutions, comme les mémoires à changement de phase (aussi appelées PCM, Phase Change Memory) sont envisagées. Basées sur la transition de phase réversible d'un chalcogénure entre un état amorphe et un état cristallin, ces mémoires sont aptes à supporter une réduction drastique de leurs dimensions et offrent une forte densité de stockage et des temps d'accès courts. Le taux de cristallisation pouvant être ajusté, elles offrent de plus la possibilité de stocker plusieurs bits dans une seule cellule. Afin d'assurer le développement de la technologie PCM sur des nœuds avancés, les concepteurs de circuits ont besoin d'un modèle compact efficace, reflétant finement les caractéristiques électriques de ces dispositifs afin d'estimer leur pertinence au niveau circuit.

L'objectif de ce travail de thèse est premièrement d'effectuer une caractérisation électrique avancée, puis d'élaborer un modèle compact précis et rapide des cellules PCM. Le modèle doit être capable de reproduire le comportement électrique du dispositif en réponse à une excitation extérieure quelconque (courant, tension, température, temps, etc.).

Les premiers résultats obtenus ont permis de reproduire les caractéristiques I-V de ces cellules pour un grand nombre d'états mémoires grâce à l'étude de la conduction sous le seuil de commutation et à un protocole de mesures spécifiques. De plus la mise en place d'une conduction de type Poole-Frenkel activée par un mécanisme d'auto-échauffement de la cellule a permis la modélisation du mécanisme de commutation. Une confrontation entre données expérimentales et résultats de simulation a présenté une très bonne adéquation. L'approche analytique utilisée assure une implémentation efficace dans les simulateurs électriques et sera utilisée comme brique de base d'un modèle compact complet de PCM.