



Institut de physique

Actualités scientifiques

Des ondes de choc dans des mémoires électroniques non-volatiles

Mars 2017

La migration rapide des « lacunes » d'oxygène dans des oxydes de métaux placés sous un champ électrique explique la forte variation de résistivité de ces matériaux. Les chercheurs à l'origine de ce résultat ont pour la première fois modélisé cette migration par une onde de choc.

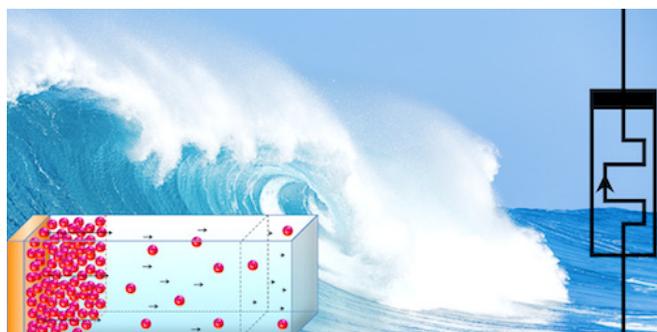
Avec le développement massif des données numériques, les physiciens s'intéressent à des matériaux alternatifs au silicium, brique élémentaire des mémoires non-volatiles actuelles, telles que les disques flash et clés USB. A base de métaux de transition, ces matériaux permettraient de densifier les mémoires et d'augmenter la vitesse de communication des données. Les chercheurs ont montré qu'il est possible de faire varier fortement la résistivité de ces matériaux sur une durée de quelques nanosecondes par l'application d'un champ électrique. Non-volatile et réversible, cette variation peut ainsi être utilisée pour stocker de l'information. Cependant, les mécanismes théoriques de compréhension de ces phénomènes restent lacunaires, ce qui limite l'optimisation de la fabrication de tels matériaux.

Une collaboration internationale, pilotée par le Laboratoire de physique des solides (LPS, CNRS/Univ. Paris-Sud/Univ. Paris Saclay), a confirmé que

cette résistivité électrique est gouvernée par des lacunes d'oxygène, c'est-à-dire des atomes d'oxygène manquants dans la structure cristalline. Par ailleurs, ils ont expliqué que l'effet de bascule de la résistance résulte de la propagation de ces défauts sous forme d'onde de choc. Les simulations théoriques ont ensuite été validées par des expériences menées sur des systèmes à base de manganite. Ces résultats sont publiés dans la revue *Physical Review X*.

Pour modéliser le basculement de résistance, les auteurs ont calculé les modalités d'évolution de la distribution de ces lacunes dans un oxyde de manganèse, suite à l'application brutale d'un champ électrique dans une électrode. Le résultat montre que la variation de résistance suit un processus en deux étapes. Dans un premier temps, les lacunes accumulées au voisinage de l'électrode se propagent à travers l'interface très résistive électrode-matériau, créant un front d'onde de choc. Dans un second temps, cette onde de choc pénètre dans le matériau. Puisque les électrons se déplacent dans le matériau par l'intermédiaire des atomes d'oxygène, la présence de lacunes réduit la mobilité des électrons. Ainsi, dès que l'onde quitte l'interface, la résistance macroscopique du matériau diminue rapidement.

Ces travaux théoriques permettent d'orienter les choix en matière d'ingénierie vers de nouveaux dispositifs constitués de métaux de transition, à l'origine d'une génération future de mémoires plus performantes.



Représentation schématique de l'évolution de l'onde de choc au sein du matériau. La partie orange indique l'électrode métallique, les petites sphères représentent les lacunes d'oxygène et les flèches leur direction de propagation. À droite, symbole électrique des dispositifs de mémoires électroniques non-volatiles (aussi connus comme « memristors »)

© Marcelo Rozenberg - LPS (CNRS/UPSud/Univ. Paris Saclay)

En savoir plus

Shock waves and commutation speed of memristors

Shao Tang, Frederico Tesler, Fernando Gomez Marlasca, Pablo Levy, V. Dobrosavljevic et Marcelo Rozenberg

Physical Review X (2016), DOI:10.1103/PhysRevX.6.011028

Contact chercheur

Marcelo Rozenberg, directeur de recherche CNRS

Informations complémentaires

Laboratoire de Physique des Solides (LPS, CNRS/Univ. Paris-Sud/Univ. Paris Saclay)



Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16
T 01 44 96 42 53
inp.com@cnrs.fr
www.cnrs.fr/inp

Illustration du bandeau : © Emmanuel Perrin/CNRS Photothèque