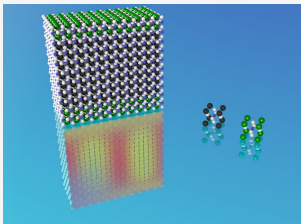


Laboratoire de Physique de la Matière Condensée

[Accueil](#) > [Unités de Recherche](#) > [LPMC](#) > [Présentation](#)

À LA UNE //



TEST POSITIF POUR DES CAPACITES NEGATIVES DANS DES STRUCTURES MULTIDOMAINES FERROELECTRIQUES

Article paru en juin 2016 dans la revue Nature, par une équipe internationale comprenant Igor Lukyanchuk et Anaïs Sené, membres du LPMC

Une collaboration internationale impliquant des chercheurs du LPMC et leurs collègues d'Angleterre, Suisse, Espagne et Luxembourg, a démontré que la déstabilisation de la polarisation spontanée d'une classe spéciale de matériaux dits ferroélectriques donne naissance au phénomène de capacité négative qui pourrait un jour conduire à des transistors avec une consommation électrique réduite.

Les ferroélectriques sont une classe importante de matériaux diélectriques sur le plan technologique, avec un portefeuille d'applications très diverses comprenant des capteurs et des actionneurs piézo-électriques, l'imagerie thermique, optique non linéaire et divers composants électroniques. Leur caractéristique exceptionnelle est la polarisation électrique spontanée stable qui peut être réorientée (ou commutée) en utilisant des champs électriques appliqués. Cette polarisation peut être commutée, par exemple, pour coder les uns et les zéros de données binaires, ce qui permet à la ferroélectricité d'être exploitée dans diverses formes de stockages de données non volatiles. Cependant, leur polarisation spontanée devient instable lorsqu'on réduit l'épaisseur, ce qui est gênant pour certaines applications, mais ouvre des perspectives intéressantes pour d'autres.

Les chercheurs ont exploité la compatibilité structurale entre les différents oxydes de métaux de transition pour créer des cristaux artificiellement en couches, appelées superréseaux, composé de couches alternées ferroélectriques et diélectriques, chacune seulement de quelques nanomètres d'épaisseur. Les interactions électrostatiques entre les couches ferroélectriques et non ferroélectriques déstabilisent la polarisation spontanée dans le premier et conduisent à la formation de domaines à l'échelle nanométrique, régions régulières avec une orientation opposée à la polarisation électrique qui rendent les couches ferroélectriques très polarisables. Grâce à une combinaison d'expériences et de calcul théorique, le groupe démontre que les différentes couches dans les superréseaux se comportent comme des condensateurs connectés en série où, exceptionnellement, la capacité effective des couches ferroélectriques multidomaines est négative. Bien que les condensateurs négatifs ne peuvent pas exister isolément pour des raisons thermodynamiques, la capacité effective négative peut être stabilisée localement dans les couches ferroélectriques qui font partie d'une structure avec une capacité globale positive.

Une importance clé est que ces structures peuvent être utilisées pour amplifier la quantité de charge stockée par volt dans le condensateur et pourraient être exploitées afin de réduire la consommation d'énergie de transistors à effet de champ, blocs de construction fondamentaux des appareils électroniques modernes. Pendant des décennies, le nombre de transistors par puce a doublé régulièrement à peu près tous les deux ans (une tendance connue comme la loi de Moore), mais aujourd'hui, avec des milliards de transistors sur chaque puce, la consommation d'énergie est devenue un goulot d'étranglement sérieux pour de nouvelles améliorations dans l'informatique de puissance et des changements radicaux à la façon dont les transistors fonctionnent sont nécessaires pour aller plus loin. Le remplacement des diélectriques de grille classiques dans le transistor avec ferroélectriques pourrait permettre aux transistors de fonctionner à des tensions inférieures en exploitant l'effet de capacité négative. L'étude de validation de principe par les auteurs apporte une nouvelle compréhension de ce phénomène inhabituel, ouvrant la voie à son exploitation future.

[Lire l'article dans Nature](#)

Conférences
Séminaires
Soutenances
Visiteurs

1st International Symposium on Physics of Data Storage
17-19 décembre 2015 à Amiens

Coopérations universitaires

SPMS, Ecole Centrale Paris / Institut de Physique de Rostov, Russie / DPMC, Université de Genève, Switzerland / Université Caddi Ayyad, Marrakech, Maroc / Laboratoire Roberval, UTC, Compiègne / HP-Invent / Paolo Alto / USA / Université Unicamp / Bresil / LEMA / UMR6157 CNRS/CEA / université François Rabelais, Tours / Institut d'électronique fondamentale, UMR8622 / Université Paris-Sud Orsay / INSP / Université Pierre et Marie Curie / Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal / LPMC, Faculté des Sciences de Tunis / Tunisie / Université nationale autonome de Mexico, Mexique / PALMS / Université de Rennes

Coopération industrielles

Société OREGÉ / HP-Invent, Paolo Alto, USA