

04.12.2017 - 08:00 Uhr

La taille idéale d'une mémoire informatique

Bern (ots) -

Une simulation ultraprécise d'un dispositif de stockage informatique appelé CBRAM révèle sa géométrie idéale: deux électrodes séparées par un diélectrique d'une dizaine d'atomes d'épaisseur.

Les CBRAMs (Conductive Bridging Random Access Memory) pourraient jouer un rôle fondamental dans les futures mémoires en stockant les données de manière non-volatile, c'est-à-dire de manière quasi permanente. Pour réduire la taille et la consommation de ces composants, il est indispensable de connaître avec précision leur comportement au niveau atomique.

L'équipe de Mathieu Luisier, professeur associé à l'ETH Zurich, étudie ce type de mémoires composées de deux électrodes métalliques séparées par un diélectrique. Elle a développé un modèle numérique d'une CBRAM; il comprend quelque 4500 atomes et obéit aux lois de la mécanique quantique régissant le monde microscopique. Cette simulation à l'échelle atomique permet de décrire précisément l'intensité du courant formé par un nano filament métallique qui croît ou se dissout entre les électrodes.

Une dizaine d'atomes d'épaisseur

"C'est un pas énorme que nous venons d'accomplir, souligne Mathieu Luisier, qui était professeur boursier FNS à l'ETH Zurich de 2011 à 2016. Jusqu'à présent, les modèles existants ne comportaient qu'une centaine d'atomes." Le nouveau modèle donne une image fidèle du courant électrique ainsi que de la puissance dissipée par la cellule, ce qui permet de calculer sa température. En jouant avec les paramètres du dispositif, les chercheurs peuvent observer les conséquences d'une variation de l'épaisseur du diélectrique ou de la taille du filament métallique. Ces travaux présentés en décembre 2017 lors de la conférence IEDM à San Francisco montrent que la consommation locale et l'échauffement se réduisent si l'on rapproche les deux électrodes. (*) Jusqu'à un certain point: des électrodes trop proches peuvent être soumises à l'effet tunnel quantique, et le courant entre elles n'est alors plus maîtrisable.

Ces travaux révèlent la géométrie idéale d'une mémoire CBRAM: un diélectrique de 1,5 à 2 nanomètres, soit une dizaine d'atomes d'épaisseur. La fabrication reste néanmoins délicate: les machines capables d'atteindre de telles dimensions utilisent une technique d'évaporation d'atomes pour le moment difficilement applicable à la production de masse. "Aujourd'hui, le canal d'un transistor usuel de type CMOS mesure environ 20 nanomètres, soit dix fois plus que l'épaisseur du diélectrique des CBRAMs étudiés, poursuit le chercheur. Ainsi, la loi de Moore - qui prédit une division par deux de la taille des composés électroniques chaque 18-24 mois - pourrait atteindre sa limite ultime de validité d'ici une décennie."

Pour réaliser leur modèle de 4500 atomes, les chercheurs ont bénéficié de l'accès au 3ème ordinateur le plus puissant du monde, Piz Daint, situé au Centre suisse de calcul scientifique (CSCS) à Lugano et capable d'effectuer plus de 20 millions de milliards opérations par seconde. Pour ce genre d'études, au moins 230 cartes graphiques de dernière génération sont nécessaires, Piz Daint en comptant plus de 4000. Chacune d'elles est liée à une CPU. "Même avec cette puissance de calcul, une dizaine d'heures sont nécessaires pour simuler une mémoire et déterminer ses caractéristiques électriques", précise Mathieu Luisier.

(*) F. Ducry et al.: Ab-initio Modeling of CBRAM Cells: from Ballistic Transport Properties to Electro-Thermal Effects. Proceedings of the IEDM Conference 2017 (pdf) https://iis-people.ee.ethz.ch/~mluisier/iedm_abstract_ducry.pdf

Ces travaux ont été soutenus par le FNS, la Werner Siemens Stiftung, un ETH Research Grant ainsi que par le Centre suisse de calcul scientifique (CSCS).

Assurer la relève académique

Le FNS a lancé un nouvel instrument pour soutenir les scientifiques sur la voie de la titularisation. Les SNSF Eccellenza Grants permettent à des professeurs assistants tenure track de monter une nouvelle équipe de recherche et de mener un projet scientifique ambitieux. Les SNSF Eccellenza Professorial Fellowships permettent de financer le salaire de professeur assistant en plus de leur projet. Ils succèdent à l'instrument Professeurs boursiers FNS, qui a soutenu 691 chercheuses et chercheurs depuis son lancement en 2000. Avec succès: environ 80% des bénéficiaires ont décroché par la suite un poste de professeur en Suisse ou à l'étranger. <http://www.snf.ch/fr/encouragement/carrieres/eccellenza>

Le présent communiqué de presse et une photo sont disponibles à des fins éditoriales sur le site Internet du FNS sous: <http://www.snf.ch/fr/pointrecherche/newsroom/Pages/news-171204-communique-de-presse-taille-ideale-memoire-informatique.aspx>

Contact:

Prof. Mathieu Luisier
Integrated Systems Laboratory, ETH Zurich
CH-8092 Zurich

Téléphone: +41 44 632 53 33 ou +41 79 454 93 78
Courriel: mluisier@iis.ee.ethz.ch

Diese Meldung kann unter <https://www.presseportal.ch/fr/pm/100002863/100809970> abgerufen werden.