



Lückengestütztes Gedächtnis

TU Darmstadt erweitert Grundlagenwissen zu nicht-flüchtigen Speichern

Darmstadt, 7. Juli 2017. Ein Speicherelement, das auch ohne Energie seine digitalen Informationen behält, dabei aber so schnell arbeitet wie üblicher Arbeitsspeicher – daran forschen Materialwissenschaftler der TU Darmstadt. In einer Arbeit, die jetzt im Fachjournal „Advanced Functional Materials“ online vorab veröffentlicht wurde, untersuchten sie, welche Vorgänge verantwortlich für die vielversprechenden Eigenschaften von Hafniumoxid-basierten Speichern sind und wie sich diese beeinflussen lassen. Dies könnte ein wichtiger Schritt für den breiten Einsatz dieser Technologie sein.

Nicht-flüchtige Speicher speichern Informationen durch Änderung des elektrischen Widerstands in der Speicherzelle. Je nachdem, welchen Wert der Widerstand hat, können die logischen Zustände 1 oder 0 damit repräsentiert werden. Diese Informationen bleiben auch ohne Energiezufuhr erhalten – zum Beispiel nach dem Ausschalten des Computersystems. Das Prinzip des Resistive Random Access Memorys (RRAM) ist seit einigen Jahren bekannt, allerdings haben RRAM noch nicht den Weg in die Massenproduktion gefunden.

Speicherzellen, die auf Hafniumoxid basieren, zeigen besonders gute Eigenschaften. Einem Einsatz im großen Rahmen steht allerdings bislang vor allem entgegen, dass die Speicherzellen nicht zuverlässig mit der nötigen geringen Schwankungsbreite der Eigenschaften reproduziert werden können und dass ihr Verhalten beim Umschalten ihres Widerstandes sehr komplex ist.

Hier setzen die Darmstädter Forscherinnen und Forscher an. „Bisher war nicht genau genug bekannt, welche physikalischen Eigenschaften des Materials die resistiven Schaltvorgänge in den Speichern beeinflussen“, sagt Professor Lambert Alff, Leiter des Fachgebiets Dünne Schichten am Fachbereich Material- und Geowissenschaften. Sein Team konzentrierte sich auf die Rolle von Lücken in der Sauerstoff-Gitterstruktur der Hafniumoxid-Schicht.

Mit Hilfe eines Verfahrens aus der Herstellung von Halbleitern, der sogenannten Molekularstrahlepitaxie, gelang es ihnen, RRAM-Strukturen herzustellen, bei denen nur jeweils der Sauerstoff-Anteil in der Hafniumoxid-Schicht variierte. Die umgebenden Schichten blieben baugleich. „Indem wir den Sauerstoff-Anteil und die Lücken im Sauerstoffgitter kontrolliert verändert haben, konnten wir herausfinden, wie diese sich auf den jeweiligen Widerstand der Speicherzelle und damit auf das Schaltverhalten auswirkten“, erklärt Sankaramangalam Ulhas

Kommunikation und Medien
Corporate Communications

Karolinenplatz 5
64289 Darmstadt

Ihre Ansprechpartnerin:
Silke Paradowski
Tel. 06151 16 - 20019
Fax 06151 16 - 23750
paradowski.si@pvw.tu-darmstadt.de

www.tu-darmstadt.de/presse
presse@tu-darmstadt.de



Sharath, Doktorand und Erstautor der Veröffentlichung. Zwischen den Lücken im Sauerstoffgitter und dem Verhalten beim Verändern des Widerstandes gibt es einen eindeutigen Zusammenhang, so die Schlussfolgerung. Dazu entwickelten die Forscherinnen und Forscher nun ein einheitliches Modell und erklärten die genaue Wirkung der Sauerstoff-Verteilung auf die verschiedenen Schaltzustände, die bislang in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben wurden. Zudem gelang es im Experiment, kontrolliert die Voraussetzungen für jeden gewünschten Schaltzustand herzustellen, insbesondere auch für Zustände mit quantisierter Leitfähigkeit, die sogar bei Raumtemperatur gemessen werden konnten.

Das verbesserte Verständnis der Rolle von Lücken im Sauerstoffgitter legt die Grundlagen für eine Herstellung von RRAM-Elementen mit steuerbaren, reproduzierbaren Eigenschaften im großen Maßstab. Auf Dauer könnten diese Speicher die Flash-Technologie ablösen, die sich den physikalischen Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit nähert. Zum Einsatz kommen könnten RRAM-Speicherelemente in Zukunft in den immer zahlreicher werdenden elektronischen Bauteilen etwa in Autos, Mobiltelefonen oder Kühlschränken, aber auch in neuromorphen Schaltkreisen, die im Aufbau dem menschlichen Gehirn ähneln.

Die Darmstädter Forschung ist Teil des europäischen Projekts PANACHE, das sich der Entwicklung von nicht-flüchtigen Speichertechnologien widmet. 20 Partner aus Industrie und Wissenschaft sind an PANACHE beteiligt; die EU und nationale Förderer wie das Bundesministerium für Bildung und Forschung in Deutschland fördern dieses Projekt mit insgesamt etwa 225 Millionen Euro. Zusätzliche Förderung erhielt die TU Darmstadt auch von der DFG.

Die Veröffentlichung

„Control of Switching Modes and Conductance Quantization in Oxygen Engineered HfO_x based Memristive Devices“ ist online abrufbar:
DOI <http://dx.doi.org/10.1002/adfm.201700432>

Kontakt:

TU Darmstadt
Fachbereich Material- und Geowissenschaften
Prof. Dr. Lambert Alff
Tel.: 06151/16-20700
E-Mail: alff@oxide.tu-darmstadt.de

MI-Nr. 62/2017, sip