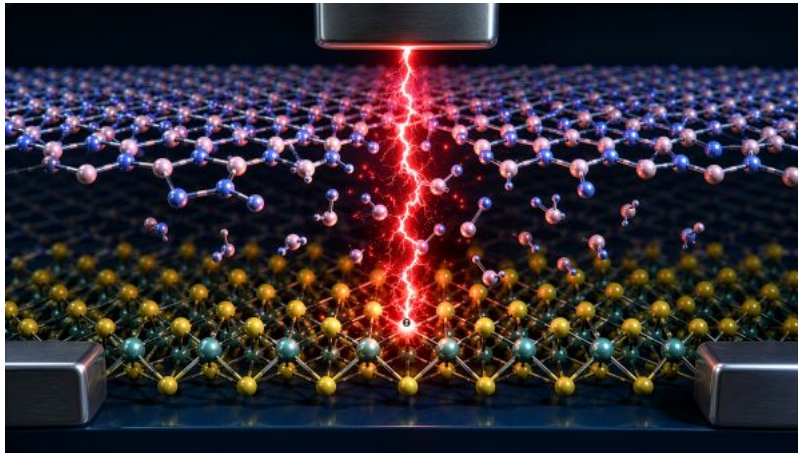

Wie verlässlich ist mein Computerchip?

06.07.2026, 14:43 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*



In der Mikroelektronik ändert sich gerade vieles: Die Industrie arbeitet an vielversprechenden neuen Materialien und Chip-Architekturen. Das bedeutet aber auch: Man muss neuartige elektronische Materialien sorgfältig testen, um sicherzugehen, dass sie im Betrieb auch ausreichend lange zuverlässig funktionieren.

Zusammen mit Teams von IBM und der National University of Singapore zeigt die TU Wien nun: Tests von neuartigen Isolatoren für die Halbleitertechnik werden fast immer auf eine Weise durchgeführt, die keine verlässlichen Informationen liefert. Mit einer neuen praktikablen Methode lässt sich aber aus geeigneten Messdaten sehr wohl die tatsächliche zu erwartende Lebensdauer elektronischer Bauteile abschätzen. Dieses Verfahren kann in der Forschung und Entwicklung somit helfen, rascher und sicherer die richtigen Materialien und Herstellungstechniken zu finden.

Messen, bis es knallt

Die Lebensdauer eines Transistors hängt entscheidend davon ab, welches isolierende Material man verwendet, und bei welchen elektrischen Spannungen man ihn betreibt. „Bei dicken Isolatorschichten kann man einfach eine Spannung anlegen, immer weiter erhöhen und messen, bei welcher Spannung es knallt“, sagt Prof. Tibor Grasser vom Institut für Mikroelektronik der TU Wien. „Die Spannung, bei der das Material versagt, rechnet man dann um. Grob gesagt: wenn die Isolatorschicht im Transistor nur ein Zehntel der Dicke hat, dann geht man davon aus, dass sie bei derselben Feldstärke durchbricht, und deshalb auch nur ein Zehntel der Spannung aushält.“

Für die nanometer-dünnen Schichten in der Mikroelektronik ist diese Betrachtungsweise jedoch eine unzulässige Vereinfachung. „Die Durchbruchfeldstärke dünner Schichten ist nicht einfach eine Materialkonstante, sondern der Durchbruch ist ein zufälliges und zeitabhängiges Phänomen. Das Versagen der Schicht hängt daher empfindlich von den Testbedingungen ab“, erklärt Tibor Grasser.

Der Durchbruch passiert nicht augenblicklich, wenn eine bestimmte Spannung erreicht ist, sondern er dauert eine gewisse Zeit. Daher spielt es eine wichtige Rolle, wie rasch bei der Messung die Spannung erhöht wird. Die Schicht versagt auch nicht überall gleichzeitig, sondern an bestimmten Schwachstellen – dort, wo das Material nicht perfekt aufgebaut ist, sondern gewisse Fehler hat.

Auch Temperatur oder Geometrie der Probe beeinflussen das Resultat signifikant: Je größer die Fläche, umso mehr Schwachstellen sind zu erwarten.

„Unsere Erfahrung zeigt jedoch klar: Wenn man die Robustheit von Materialien für elektronische Bauteile mit dieser übervereinfachten Methode abschätzt, dann liegen die Ergebnisse in der Regel komplett daneben.“, betont Grasser.

Genau das ist für die Halbleiterindustrie verheerend: Elektronik-Ausfallsraten falsch einzuschätzen ist inakzeptabel und führt zu gewaltigen wirtschaftlichen Verlusten – ganz besonders jetzt, wo für zukünftige Technologien der am besten geeignete Isolator erst gefunden werden muss, ist eine verlässliche und rasche Vorhersage der Haltbarkeit entscheidend für die Materialauswahl.

Bisher war die einzige Chance, bessere Resultate zu erzielen, ein extrem aufwändiges Testverfahren: Man legt unterschiedliche konstante Spannungen an Materialproben unterschiedlich großer Fläche an und wartet, bis die Isolatoren durchbrechen. Diese Ergebnisse kann man dann statistisch auswerten. „Allerdings kann es mit dieser Methode Monate dauern, bis man brauchbare Daten hat“, sagt Tibor Grasser.

Ausgeklügelte statistische Verfahren

Das heißt aber nicht, dass man weiterhin im Dunkeln tappen muss. „Wir schlagen eine praktischere Methode vor“, sagt Tibor Grasser. „Wir fahren die Spannung auf genau definierte Weise hoch, bis das Bauteil versagt. Die Daten, die sich daraus ergeben, legen wir dann aber nicht direkt auf elektronische Bauteile um, sondern wir verwenden dafür ein spezielles statistisches Verfahren. Hierbei sieht man, dass man mindestens drei verschiedene Geschwindigkeiten der Spannungserhöhung testen muss, daraus kann man dann eine Spannungsbeschleunigung statistisch mit der Wahrscheinlichkeit des Versagens in Verbindung bringen. So können wir aus den Messergebnissen genau jene Daten errechnen, die für die Industrie ausschlaggebend sind.“

„Wir können damit sagen: Welche maximale Spannung hält eine bestimmte Zahl von Bauelementen einer bestimmten Fläche über einen bestimmten Zeitraum aus? Das sagt uns, welche maximale Betriebsspannung für diese Bauteile verwendet werden darf“, sagt Tibor Grasser. „Dadurch kann man unterschiedliche Materialien zuverlässig vergleichen – und muss keine Angst haben, Jahre später feststellen zu müssen, dass man die falschen Materialien verwendet hat, die schneller ihr Lebensende erreichen als vorhergesagt.“

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Tibor Grasser
Institut für Mikroelektronik
Technische Universität Wien
+43 1 58801 36023
tibor.grasser@tuwien.ac.at

Originalpublikation:

E.Y.Wu, T.Grasser, M.Lanza, Industrial reliability testing of transistor gate dielectrics, Nature Electronics (2026).
<https://doi.org/10.1038/s41928-026-01644-x>

Technische Universität Wien

Florian Aigner (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

+43 1 58801 41027

pr@tuwien.ac.at

News-ID: 1317167 • Views: 48 (Stand: 06.07.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1317167/Wie-verlaesslich-ist-mein-Computerchip-idw.html>