

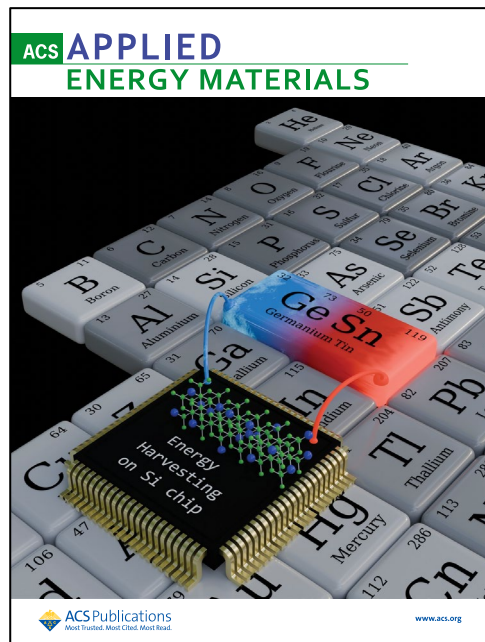
Pressemitteilung

08. Juli 2024



Neues Material ebnet den Weg für On-Chip Energy Harvesting Ergebnisse schafften es auf die Titelseite von ACS Applied Energy Materials

Frankfurt (Oder)/Jülich. Energie zurückgewinnen direkt auf dem Chip: Forschenden aus Deutschland, Italien und Großbritannien ist ein wichtiger Schritt bei der Entwicklung eines Materials gelungen, das dies in Zukunft möglich machen könnte. Bei ihrer Legierung aus Germanium und Zinn handelt es sich um ein sogenanntes thermoelektrisches Material, das geeignet erscheint, die Abwärme von Computerprozessoren in Elektrizität umzuwandeln. Da alle Elemente aus der 4. Hauptgruppe des Periodensystems stammen, kann die neue Halbleiterlegierung leicht in den CMOS-Prozess der Chipfertigung integriert werden. Die Forschungsergebnisse schafften es auf das [Titelblatt der renommierten wissenschaftlichen Zeitschrift ACS Applied Energy Materials](#).



Leibniz Institute
for High
Performance
Microelectronics

Das **Titelbild** weist darauf hin, dass die Gruppe IV Halbleiter GeSn aufgrund der vielfältigen Auswahl an Elementen und Legierungen die Möglichkeit bietet, Energy Harvesting auf einem Siliziumchip zu ermöglichen.

© ACS Applied Energy Materials 2024, 7, 13 (CC-BY 4.0)

Der zunehmende Einsatz elektronischer Geräte in allen Lebensbereichen treibt den Energieverbrauch in die Höhe. Ein Großteil dieser Energie wird in Form von Wärme in die Umwelt abgegeben. In Europa gehen so jährlich etwa 1,2 Exajoule aus IT-Infrastrukturen und Rechenzentren sowie Geräten wie Smart Devices verloren. Dies entspricht in etwa dem Primärenergieverbrauch von Österreich oder Rumänien. Diese Wärme unter 80°C ist traditionell nur schwer nutzbar wegen der schlechten thermodynamischen Effizienz und technologischen Einschränkungen.

Ideal wäre es daher, die Niedertemperaturwärme wieder zurückzuführen. Doch es gibt nur sehr wenige Materialien, die in der Lage sind, die Wärme in elektrische Energie umzuwandeln, und keines davon ist mit der aktuellen Technologie in Halbleiterfertigungsanlagen kompatibel. Eine Kooperation zwischen dem Forschungszentrum Jülich und dem IHP – Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik in Deutschland, zusammen mit der Universität Pisa, der Universität Bologna in Italien und der Universität Leeds in Großbritannien, hat nun jedoch einen Meilenstein bei der Entwicklung eines solchen Materials erreicht, das für die Energiegewinnung auf Chips geeignet und mit dem CMOS-Prozess der Chipfertigung kompatibel ist.

„Das Hinzufügen von Zinn zu Germanium reduziert die thermische Leitfähigkeit erheblich, während die elektrischen Eigenschaften beibehalten werden – eine ideale Kombination für thermoelektrische Anwendungen“, erklärt Dr. Dan Buca, Leiter der Forschungsgruppe am Forschungszentrum Jülich. Die – experimentell bestätigte – niedrige thermische Leitfähigkeit des Kristallgitters unterstreicht das große Potenzial der GeSn-Legierungen als



Pressemitteilung



Leibniz Institute
for High
Performance
Microelectronics

thermoelektrisches Material. Die Idee dahinter: Indem man es in siliziumbasierte Mikrochips integriert, wird es möglich, die im Betrieb erzeugte Abwärme zu nutzen und in elektrische Energie rückzuwandeln. Dieses „Energy Harvesting“ auf dem Chip könnte den Bedarf an externer Kühlung und Strom erheblich reduzieren und so die Effizienz elektronischer Geräte steigern.

Elemente der Gruppe IV im Periodensystem, auch bekannt als Siliziumgruppe, bilden die Grundlage eines jeden elektronischen Geräts. Indem man sie zu Legierungen kombiniert, erweitern sich die Anwendungsbereiche auf Thermoelektrik, Photonik und Spintronik. Langfristig rückt damit die Integration von Photonik, Elektronik und Thermoelektrik auf demselben Chip mit siliziumbasierter Technologie in Reichweite. Dies würde nicht nur die Leistung der Geräte verbessern, sondern auch die Entwicklung nachhaltigerer Technologien unterstützen.

„Mit dieser [Veröffentlichung](#) ist uns ein sehr wichtiger Schritt gelungen. Wir haben einen der kritischsten Parameter für ein thermoelektrisches Material, die thermische Leitfähigkeit, bewertet, indem wir eine Reihe verschiedener experimenteller Techniken an epitaktischen Proben mit unterschiedlichen Legierungszusammensetzungen und Dicken angewendet haben“, erklärt Prof. Giovanni Capellini, Projektleiter am IHP. „Unsere gemeinsame Forschung kann erhebliche Auswirkungen auf den Bereich der 'Green IT'-Infrastrukturen haben.“

Die Forschungsgruppen am Forschungszentrum Jülich und am IHP setzen ihre erfolgreiche Zusammenarbeit fort, um das Material weiterzuentwickeln. Ziel ist es, die Zusammensetzung der Legierung auf Silizium-Germanium-Zinn, SiGeSn, sowie die ultimative Gruppe-IV-Legierung unter Hinzunahme von Kohlenstoff, CSiGeSn, zu erweitern und damit ein funktionales thermoelektrisches Gerät herstellen, mit dem sich das Potenzial der Energiegewinnung durch Gruppe-IV-Legierungen demonstrieren lässt. Die Aktivität wird finanziell durch einen neu vergebenen DFG-Zuschuss „SiGeSn-Legierungen für die Energiegewinnung bei Raumtemperatur“ gefördert. Zusätzlich werden die Arbeiten durch den Vorstand des Forschungszentrums Jülich und das kooperative Promotionsprojekt „CMOS-Energiegewinnung für Big Data-Anwendungen“ unterstützt.

Wie funktioniert ein thermoelektrisches Element?

Thermoelektrische Elemente wandeln Temperaturunterschiede direkt in elektrische Energie um. Ein bestehendes Temperaturgefälle regt dabei einen Fluss von elektrischen Ladungsträgern an und erzeugt so einen elektrischen Strom. Dieser Prozess kann genutzt werden, um Abwärme in elektronischen Geräten zu verwerten, wodurch sie in nutzbare Energie umgewandelt und der gesamte Energieverbrauch reduziert wird.

Für thermoelektrische Materialien ist eine geringe Wärmeleitfähigkeit wünschenswert, da diese ein größeres Temperaturgefälle ermöglicht, was wiederum für eine effiziente Energieumwandlung entscheidend ist. GeSn-Legierungen erscheinen mit ihrer geringen Wärmeleitfähigkeit besonders geeignet, ein solches Temperaturgefälle zu erzeugen, was wiederum ihrer thermoelektrischen Effizienz zugutekommt.



Pressemitteilung

Zur Publikation:

- <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsaem.4c00275>

Zum Cover und der aktuellen Ausgabe des ACS Applied Energy Materials:

- <https://pubs.acs.org/toc/aaemcq/7/13>

Ansprechpartnerin für PR:

M.A. Franziska Wegner

Public Relations

IHP GmbH – Leibniz Institute for High Performance Microelectronics/

Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik

Im Technologiepark 25

15236 Frankfurt (Oder)

Telefon: +49 (335) 5625 205

E-Mail: wegner@ihp-microelectronics.com

Über das IHP:

Das IHP ist ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft und betreibt Forschung und Entwicklung zu siliziumbasierten Systemen, Höchstfrequenz-Schaltungen und -Technologien einschließlich neuer Materialien. Es erarbeitet innovative Lösungen für Anwendungsbereiche wie die drahtlose und Breitbandkommunikation, Sicherheit, Medizintechnik, Industrie 4.0, Mobilität und Raumfahrt. Das IHP beschäftigt ca. 365 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Es verfügt über eine Pilotlinie für technologische Entwicklungen und die Präparation von Hochgeschwindigkeits-Schaltkreisen mit 0,13/0,25 µm-SiGe-BiCMOS-Technologien, die sich in einem 1500 m² großen Reinraum DIN EN ISO 14644-1 3 befindetet.

www.ihp-microelectronics.com



Leibniz Institute
for High
Performance
Microelectronics

