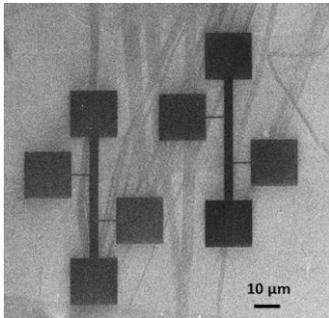


Widerstandsfähig und leitend – Nano-Drähte aus Kohlenstoff

Dresdner Forscher stellen leitfähige Nano-Bausteine mit diamantähnlichen Eigenschaften her



Dünne Schichten aus Kohlenstoff sind für technische Anwendungen, etwa für die Mikromechanik oder -elektronik, äußerst interessant. Abhängig vom Bindungszustand der äußeren Elektronen herrscht entweder eine Graphit- oder eine Diamantähnlichkeit vor. Während das weiche Graphit leitfähig ist, handelt es sich bei der sehr widerstandsfähigen Diamantkonstellation um einen Isolator. Gemeinsam mit Dresdner Partnern gelang es Forschern vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) erstmals, für Nano-Bauelemente aus

Kohlenstoff den elektrischen Widerstand einfach und gezielt einzustellen. Dazu nutzten sie fein gebündelte Ionenstrahlen.

Nano-Materialien aus Kohlenstoff weisen einzigartige Eigenschaften auf, die sie für viele technologische Einsatzgebiete prädestinieren. Allerdings unterscheiden sich die mechanischen, optischen und elektrischen Eigenschaften dünner Kohlenstoff-Schichten je nach chemischer Bindung sehr stark. Liegt eine Diamantähnlichkeit vor, so hält das extrem stabile Material hohe Ströme, Spannungen und Temperaturen aus. Als Isolator war das Material bisher jedoch für viele Bereiche uninteressant. „Wir wollten herausfinden, ob wir in diamantähnliche Schichten mit einem besonders fein gebündelten Ionenstrahl leitfähige Strukturen eingravieren können“, formuliert der Physiker Dr. Peter Philipp die Leitfrage seiner Doktorarbeit am Dresdner Helmholtz-Zentrum.

Im Ionenstrahlzentrum des HZDR ist es möglich, Ionen in einem Strahl von nur rund zehn Nanometern zu bündeln – und das mit ganz unterschiedlichen Ionen-Sorten. „Mit diesem sehr schmalen Strahl haben wir in systematischen Untersuchungen besonders feine Strukturen wie beispielsweise Nano-Drähte erzeugt und untersucht, welchen Einfluss die Ionenbestrahlung einerseits und die Geometrie andererseits auf den spezifischen Widerstand und damit auf die Leitfähigkeit haben“, so Dr. Philipp. Unterstützt wurde er von Kollegen aus dem HZDR sowie dem Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW) Dresden und dem Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik (IOF) der TU Dresden. So fanden die Wissenschaftler heraus, dass sich mit der Zeit der Ionenbehandlung der Widerstand über einen sehr weiten Bereich reproduzierbar einstellen lässt.

Heizung verstärkt Effekt

Treffen wenige Ionen auf die Kohlenstoffschicht, so wird lokal die Diamant- in die leitfähige Graphitkonstellation umgewandelt. Dabei spielen atomare Umordnungsprozesse eine wichtige Rolle. Heizt man die Probe während des Beschusses noch zusätzlich auf, so verstärkt dies den Effekt. Erstmals konnten die Forscher zudem zeigen, dass schwere Ionen – zum Beispiel Gold oder Bismut – im Vergleich zu leichten Ionen – Silizium oder Germanium – eine um Größenordnungen höhere Leitfähigkeit bewirken. Das hat unter anderem mit dem enormen Energieeintrag der schwereren Ionen zu tun.

„Unsere Anlage für den fokussierten Ionenstrahl ist ein ideales Tool für die Forschung, denn damit können wir flexibel, präzise und schnell Nano-Strukturen erzeugen“, betont Dr. Philipp. „Ein großer Vorteil ist auch, dass wir ohne den Einsatz von Masken auskommen.“ Da man für viele Anwendungen leitfähige Nano-Drähte benötigt, haben die Dresdner Forscher diese nicht nur auf unterschiedlichen Substraten hergestellt, sondern auch kontaktiert. Hierfür erzeugten sie mit dem fein gebündelten Ionenstrahl zwei Nano-Drähte, die sie wie ein Kreuz übereinander legten (Van-der-Pauw-Struktur). Die Ergebnisse erschienen vor kurzem in der Fachzeitschrift Carbon.

Die Arbeiten wurden im gemeinsamen DFG-Projekt „Strukturbildende Prozesse in amorphen Kohlenstoffschichten“ von HZDR, Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW) Dresden sowie Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik (IOF) der Technischen Universität Dresden durchgeführt.

Bildunterschrift:

Elektronenmikroskopische Abbildung: Zwei sogenannte "Four Probe" Messstrukturen werden zur Bestimmung des Schichtwiderstandes des Kohlenstoffs eingesetzt. (HZDR)

Publikation: P. Philipp, L. Bischoff, U. Treske, B. Schmidt, J. Fiedler, R. Hübner, F. Klein, A. Koitsch, T. Mühl, „The origin of conductivity in ion-irradiated diamond-like carbon – Phase transformation and atomic ordering“, in: Carbon 80 (2014) 677-690, DOI: 10.1016/j.carbon.2014.09.012.
DOI-Link: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000862231400863X>

Weitere Informationen:

Dr. Lothar Bischoff
Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung am HZDR
Tel. +49 351 260 -2963 | E-Mail: l.bischoff@hzdr.de

Medienkontakt:

Christine Bohnet | Pressesprecherin
Tel. +49 351 260 2450 oder 0160 969 288 56 | E-Mail: c.bohnet@hzdr.de
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Bautzner Landstr. 400 | 01328 Dresden | www.hzdr.de

Das **Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)** forscht auf den Gebieten Energie, Gesundheit und Materie. Folgende Fragestellungen stehen hierbei im Fokus:

- Wie nutzt man Energie und Ressourcen effizient, sicher und nachhaltig?
- Wie können Krebserkrankungen besser visualisiert, charakterisiert und wirksam behandelt werden?
- Wie verhalten sich Materie und Materialien unter dem Einfluss hoher Felder und in kleinsten Dimensionen?

Zur Beantwortung dieser wissenschaftlichen Fragen werden Großgeräte mit teils einmaligen Experimentiermöglichkeiten eingesetzt, die auch externen Nutzern zur Verfügung stehen. Das HZDR ist seit 2011 Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Es hat vier Standorte in Dresden, Leipzig, Freiberg und Grenoble und beschäftigt rund 1.000 Mitarbeiter – davon etwa 500 Wissenschaftler inklusive 150 Doktoranden.