

Pressemitteilung

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Ute Schönfelder

17.12.2020

<http://idw-online.de/de/news760290>

Forschungsergebnisse, Wettbewerbe / Auszeichnungen
Physik / Astronomie
überregional



Physik-Durchbruch des Jahres

Für die Entwicklung einer licht-emittierenden Siliziumlegierung werden Forschende der TU Eindhoven und der Universität Jena zusammen mit Partnern der Universität Linz und der TU München heute (17. Dezember) vom Fachmagazin Physics World für den „Breakthrough of the Year“ (Durchbruch des Jahres) ausgezeichnet. Das Team, dem Jens Renè Suckert und Prof. Dr. Silvana Botti von der Universität Jena angehören, hat in seiner im April 2020 vorgelegten Arbeit erstmals gezeigt, dass sich Siliziumlegierungen eignen, Photonen in nennenswerter Größenordnung zu emittieren und damit den Weg zu Siliziumlasern geebnet, die die optische Datenverarbeitung revolutionieren könnten.

„Unsere Arbeit macht erstmals siliziumbasierte photonische Computerchips möglich, die wesentlich schneller und energiesparender arbeiten können als die bisherigen elektronischen Chips“, ordnet Prof. Silvana Botti die Bedeutung der Entwicklung ein. Solche Mikrochips, die mit Lichtteilchen (Photonen) anstatt Elektronen kommunizieren, brauchen einen integrierten Laser, der die Datensignale direkt auf dem Chip produziert. Das Halbleitermaterial Silizium galt bislang jedoch als äußerst schwacher Lichtemitter. Ursache dafür sind die Symmetrieeigenschaften seiner elektronischen Energiezustände. Um Photonen, also Licht, zu emittieren, müssen Elektronen im Halbleiter aus einem angeregten Zustand – dem Leitungsband – in einen energieärmeren Zustand – das Valenzband – „springen“. „Im Siliziumkristall sind diese beiden Bänder jedoch so gegeneinander versetzt, dass der Elektronenübergang nur schwer möglich ist“, erläutert Jens Renè Suckert, der einer der Erstautoren der ausgezeichneten Arbeit ist. Diese sogenannte indirekte Bandlücke verhinderte daher bislang eine effiziente Photonenfreisetzung aus Silizium.

In der Legierung wechselt Silizium seine Kristallstruktur

Um dieses Problem zu umgehen, hat das Team eine 50 Jahre alte Theorie aufgegriffen und die Kristallstruktur des Siliziums so modifiziert, dass die indirekte Bandlücke aufgehoben wird. Den Forschenden ist es erstmals gelungen, Silizium mit dem Metall Germanium in einer Legierung statt in seiner kubischen in eine hexagonale Kristallstruktur wachsen zu lassen, wodurch der Übergang zwischen Leitungs- und Valenzband erleichtert wird. In dieser Kristallstruktur, so konnten die Forschenden in ihrer im Fachmagazin Nature publizierten Arbeit nachweisen, emittiert Silizium effektiv Licht.

Für die Arbeit, die im Rahmen des EU-Projekts SiLAS durchgeführt wurde, haben die Jenaer Physiker die Berechnungen der elektronischen Eigenschaften der untersuchten Silizium-Germanium-Nanodrähte geliefert. „Fundierte Berechnungen sind entscheidend, um zu belegen, dass die Lichtemission tatsächlich aus dem direkten Bandübergang der Legierung stammt und um etwaige andere Quellen auszuschließen“, macht Silvana Botti deutlich. Die Berechnungen des Jenaer Teams waren dabei so präzise, dass sie auch Vorhersagen darüber erlaubten, bei welchem Germaniumanteil die Lichtemission wie effizient ist und in welcher Farbe das Licht emittiert wird.

Theorie ermöglicht präzise Vorhersagen für Experimente

„Die Auszeichnung als wichtigster Durchbruch in der Physik-Forschung des Jahres ist eine tolle Bestätigung dafür, wie aus der Kombination von theoretischer und experimenteller Forschung wichtige Innovationen entstehen können“, freut sich Silvana Botti. Wie die vorliegende Arbeit zeige, profitiere die Experimentalphysik von den Berechnungen, die die theoretische Physik liefert. „Zusammen können Theorie und Experiment zu echten Durchbrüchen führen“, so Botti weiter. Die Professorin für Theoretische Festkörperphysik hofft zudem, dass die Auszeichnung auch Studierende überzeugt und vielleicht den einen oder die andere motiviert, sich für eine Master- oder Doktorarbeit in der Physik-Forschung der Universität Jena zu bewerben. Die sei, wie die aktuelle Auszeichnung deutlich macht, international sehr gut aufgestellt.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Silvana Botti

Institut für Festkörpertheorie und -optik der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena

Tel.: 03641 / 947150

E-Mail: [silvana.botti\[at\]uni-jena.de](mailto:silvana.botti[at]uni-jena.de)

Originalpublikation:

Direct Bandgap Emission from Hexagonal Ge and SiGe Alloys, E. M. T. Fadaly, A. Dijkstra, J. R. Suckert, D. Ziss, M. A. J. v. Tilburg, C. Mao, Y. Ren, V. T. v. Lange, S. Kölling, M. A. Verhei-jen, D. Busse, C. Rödl, J. Furthmüller, F. Bechstedt, J. Stangl, J. J. Finley, S. Botti, J. E. M. Haverkort, E. P. A. M. Bakkers. DOI: [10.1038/s41586-020-2150-y](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2150-y), <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2150-y>



Prof. Dr. Silvana Botti und Jens Renè Suckert von der Universität Jena sind für den „Durchbruch des Jahres“ 2020 ausgezeichnet worden.
Jürgen Scheere/Universität Jena