

Pressemitteilung

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft

Dr. Jelena Tomovic

15.08.2024

<http://idw-online.de/de/news838262>

Forschungs- / Wissenstransfer, Forschungsergebnisse
Chemie, Energie, Maschinenbau, Physik / Astronomie
überregional



Bahnbrechende Präzision in der Einzelmolekül-Optoelektronik

Wissenschaftler*innen der Abteilung für Physikalische Chemie am Fritz-Haber-Institut haben eine innovative Entdeckung in der nanoskaligen Optoelektronik gemacht, wie in ihrer kürzlich in Nature Communications veröffentlichten Studie beschrieben. Die Studie mit dem Titel „Atomic-Precision Control of Plasmon-Induced Single-Molecule Switching in a Metal–Semiconductor Nanojunction“ stellt eine bahnbrechende Methode vor, um eine beispiellose Kontrolle über das Photoschalten einzelner Moleküle zu erreichen. Dieser Durchbruch könnte die Zukunft der Nanotechnologie revolutionieren.

Die nanoskalige Optoelektronik ist ein schnell fortschreitendes Feld, das sich auf die Entwicklung elektronischer und photonischer Geräte im Nanometerbereich konzentriert. Diese winzigen Geräte haben das Potenzial, die Technologie zu revolutionieren, indem sie Komponenten schneller, kleiner und energieeffizienter machen. Eine präzise Kontrolle über Photoreaktionen auf atomarer Ebene ist entscheidend für die Verkleinerung und Optimierung dieser Geräte. Lokalisierte Oberflächenplasmonen (LSPs), das sind Lichtwellen, die auf nanoskaligen Materialoberflächen erzeugt werden, haben sich in diesem Bereich als leistungsstarke Werkzeuge erwiesen, die elektromagnetische Felder konzentrieren und verstärken können. Bisher war die Anwendung von LSPs hauptsächlich auf metallische Strukturen beschränkt, was das Team als Einschränkung für die Verkleinerung der Optoelektronik vorhersagte. Jenseits der Nanoskala: Atomgenaue Kontrolle des Photoschaltens

Diese bahnbrechende Forschung konzentriert sich auf die Nutzung von LSPs, um chemische Reaktionen auf atomarer Ebene zu steuern. Das Team hat die Funktionalität von LSPs erfolgreich auf Halbleiterplattformen ausgeweitet. Durch die Verwendung einer plasmonresonanten Spitze in einem Tieftemperatur-Rastertunnelmikroskop ermöglichten sie das reversible Anheben und Absenken einzelner organischer Moleküle auf einer Siliziumoberfläche. Der LSP an der Spitze induziert das Brechen und Bilden spezifischer chemischer Bindungen zwischen dem Molekül und dem Silizium, was zu einem reversiblen Schalten führt. Die Schaltgeschwindigkeit kann durch die Position der Spitze mit außergewöhnlicher Präzision bis zu 0,01 Nanometern eingestellt werden. Diese präzise Manipulation ermöglicht reversible Änderungen zwischen zwei verschiedenen molekularen Konfigurationen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt dieses Durchbruchs ist die Einstellbarkeit der optoelektronischen Funktion durch molekulare Modifikation auf atomarer Ebene. Das Team bestätigte, dass das Photoschalten für ein anderes organisches Molekül gehemmt ist, bei dem nur ein Sauerstoffatom, das nicht an Silizium bindet, durch ein Stickstoffatom ersetzt wurde. Diese chemische Anpassung ist entscheidend für die Abstimmung der Eigenschaften von Einzelmolekül-Optoelektronikgeräten und ermöglicht das Design von Komponenten mit spezifischen Funktionen, was den Weg für effizientere und anpassungsfähigere nano-optoelektronische Systeme ebnet. Zukünftige Richtungen

Diese Forschung adressiert ein kritisches Hindernis bei der Weiterentwicklung nanoskaliger Geräte, indem sie eine Methode zur präzisen Kontrolle der Reaktionsdynamik einzelner Moleküle bietet. Darüber hinaus deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Metall-Einzelmolekül-Halbleiter-Nanübergänge als vielseitige Plattformen für die nächste Generation der Nano-Optoelektronik dienen könnten. Dies könnte bedeutende Fortschritte in den Bereichen Sensoren,

Leuchtdioden und Photovoltaikzellen ermöglichen. Die präzise Manipulation einzelner Moleküle unter Licht könnte die Entwicklung dieser Technologien erheblich beeinflussen und breitere Fähigkeiten und Flexibilität im Gerätedesign bieten.

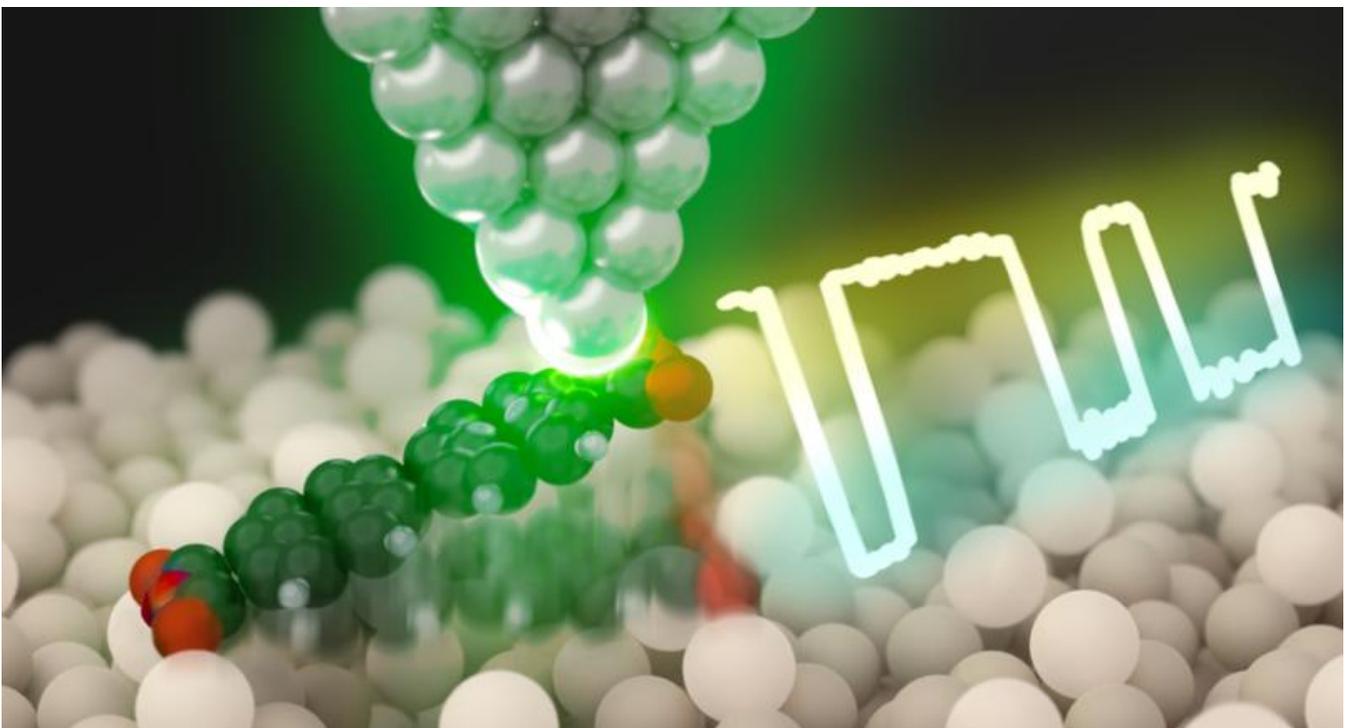
wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Akitoshi Shiotari
shiotari@fhi.mpg.de

Originalpublikation:

<https://www.nature.com/articles/s41467-024-51000-w#citeas>

URL zur Pressemitteilung: <https://www.fhi.mpg.de/1597099/2024-08-13-Single-Molecule-Optoelectronics>



Einzelmolekül-Optoelektronik

© FHI

© FHI