

Atomare Transistoren auf der Basis von Bismut-Punktkontakten: Untersuchung der elektronischen Eigenschaften

In unserer Arbeitsgruppe wurden Einzelatom-Transistoren und Atomare Transistoren auf der Basis von Silber entwickelt^{1,2,3}, die das Öffnen und Schließen eines elektronischen Schaltkreises durch kontrollierte und reproduzierbare Umpositionierung von nur einem oder wenigen Metallatomen ermöglichen. Sie eröffnen faszinierende Perspektiven für die aufstrebenden Bereiche der Quantenelektronik und Logik auf atomarer Ebene. Die Schaltvorgänge von Atomaren Transistoren – ein reversibles Schließen und Öffnen eines elektrischen atomaren Punktkontakts – werden durch ein kleines elektrisches Potential im Millivoltbereich gesteuert, das an eine Gate-Elektrode angelegt wird. Der Betrieb und die Funktion sind reproduzierbar bei Raumtemperatur. Der Leitwert eines solchen Schalters auf atomarer Skala nimmt grundsätzlich keine beliebigen Werte an, sondern ist quantisiert.

Die Verwendung anderer Metalle anstelle von Silber ist sowohl aus Sicht der Grundlagenphysik als auch hinsichtlich der Weiterentwicklung des Atomaren Transistors⁴ von großem Interesse.

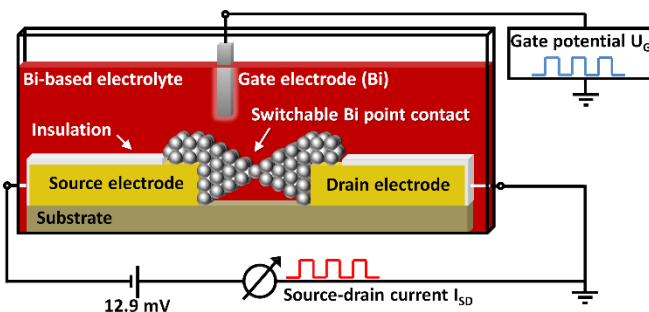


Abbildung: Apparativer Aufbau zur Herstellung Atomarer Transistoren auf der Basis von Bismut.

Insbesondere das Halbmetall Bismut (Bi), das sich durch besondere elektronische Eigenschaften auszeichnet, hat großes Interesse auf sich gezogen. So sind die Fermi-Wellenlänge λ_F und die mittlere freie Weglänge l vergleichsweise extrem groß.

Diese Eigenschaften von Bismut weisen auf eine besonders stark ausgeprägte Quantisierung des Leitwerts hin, was sich wiederum positiv auf das Schaltverhalten der Atomaren Transistoren auswirken sollte.

Ihre Aufgaben:

- Aneignung von Grundkenntnissen in den Bereichen Ladungstransport durch Punktkontakte, Elektrochemie (inklusive Elektrolytherstellung), Atomarer Transistor (Aufbau und Funktion);
- Experimentelle Herstellung von Punktkontakten und Atomaren Transistoren aus Bismut;
- Systematische Auswertung der Messergebnisse mit Python u. a.; Fokus: Untersuchungen des möglichen Einflusses der besonderen elektronischen Eigenschaften von Bismut hinsichtlich Leitwertquantisierung und allgemeinem Schaltverhalten.

[1] Xie, Nittler, Obermair, Schimmel. *Gate-Controlled Atomic Quantum Switch*. Phys. Rev. Lett. **93** (12) (2004).

[2] Obermair, Xie, Schimmel. *The Single-Atom Transistor: Perspectives for Quantum Electronics on the Atomic Scale*. Europhysics News. Invited Article **41**(14) (2010).

[3] Xie, Peukert, Bender, Obermair, Wertz, Schmieder, Schimmel. *Quasi-Solid-State Single-Atom Transistors*. Adv. Mater. **201**, 30, 1801225 (2018).

[4] Xie, Ducry, Luisier, Leuthold, Schimmel. *Ultralow-Power Atomic-Scale Tin Transistor with Gate Potential in Millivolt*. Nano Lett. **16**, 709–714 (2022).

Informationen:

Prof. Thomas Schimmel
thomas.schimmel@kit.edu
01636083570

Dr. Florian Wertz
florian.wertz@kit.edu
072160843423

