

Press release**Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme****Annette Stumpf**

10/28/2015

<http://idw-online.de/en/news640350>Research results, Scientific Publications
Chemistry, Materials sciences, Physics / astronomy
transregional, national

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

Überraschung im Nanometer-Bereich: Silizium-Atome springen bei Berührung mit Metall**Max-Planck Forscher aus Stuttgart entdecken bisher unbekannte Eigenschaft von Halbleitern im Nanometer-Bereich**

Silizium ist derzeit das für die Mikroelektronik am besten geeignete Grundmaterial: es dient als Ausgangsmaterial für alle gängigen Computerchips. Wegen der zunehmenden Bedeutung der elektronischen Schaltungen spricht man auch vom Silizium-Zeitalter. Auch die Bezeichnung Silicon Valley („Silizium-Tal“) für die Hightech-Region in Kalifornien weist auf die enorme Wichtigkeit des Siliziums in der Halbleiter- und Computerindustrie hin. Kristallines Silizium wird ferner für die Herstellung von TFT-Flachbildschirmen zunehmend verwendet und findet darüber hinaus bei der Produktion von Photovoltaikanlagen Anwendung.

Ein weiterer Halbleiter ist das Element Germanium, das anfänglich das führende Material in der Elektronik darstellte, bis es vom Silizium verdrängt wurde. Vor wenigen Jahren wurde bekannt, dass einatomige Schichten aus Germanium Elektronen bis zu 10-mal schneller als Silizium leiten. Dadurch könnte es als Halbleitermaterial erneut interessant werden.

Sowohl Silizium als auch Germanium sind sehr hitzebeständig und schmelzen erst bei Temperaturen über 900 Grad Celsius. Die Atome sind im festen Zustand gleichmäßig in einem Kristallgitter angeordnet und schwingen lediglich um ihren Standort. Bei steigenden Temperaturen werden die Schwingungen stärker, und auch Positionsveränderungen der Atome in Form von Sprüngen werden häufiger. Bei Raumtemperatur werden diese Atom-Sprünge hingegen kaum beobachtet.

Forscher unter Leitung von Prof. Dr. Ir. Eric Jan Mittemeijer, Direktor am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart, haben nun entdeckt, dass Atomsprünge in Silizium und Germanium überraschenderweise sogar bei äußerst niedrigen Temperaturen im Bereich von minus 190 Grad Celsius auftreten, sobald sie in extrem dünnen Schichten von bis zu 1 Nanometer (ein Millionstel Millimeter) mit dem Metall Aluminium in Berührung kommen.

Der Wissenschaftler Dr. Zumin Wang berichtet: „Wir versuchten bei Temperaturen von minus 190 Grad Celsius eine Probe herzustellen, bei der eine 1nm dünne Schicht Germanium oder Silizium wie in einem Sandwich von 2 Aluminium Schichten umschlossen sein sollte. Das Germanium oder Silizium wich jedoch während der Präparation immer wieder aus und hüpfte an die Oberfläche der Aluminium-Schicht. Es war uns nicht möglich, die gewünschte Probe herzustellen. Dieses Verhalten ärgerte uns zuerst, aber dann waren wir von der Beobachtung höchst überrascht.“

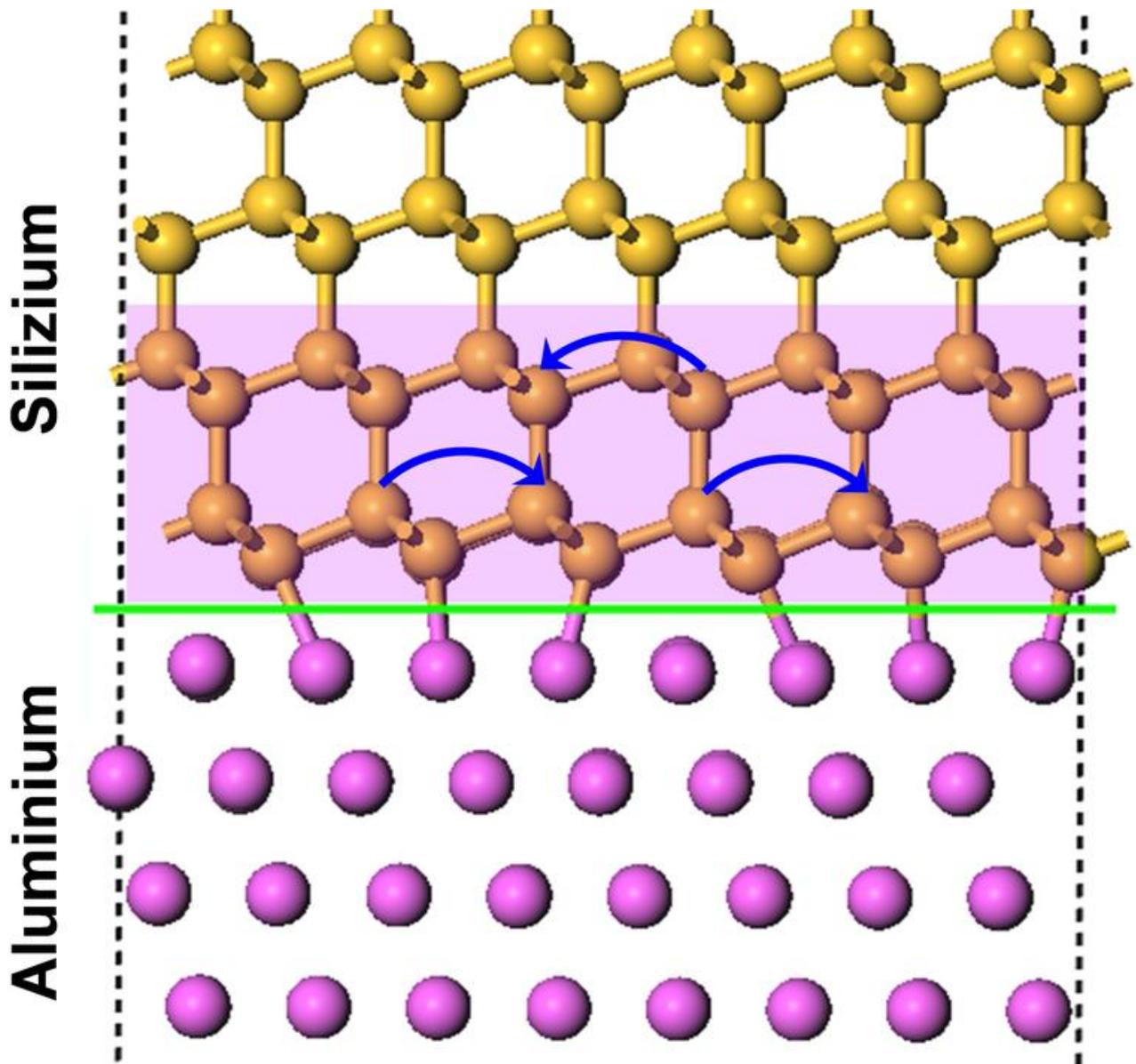
Die Wissenschaftler untersuchten daraufhin den Bindungszustand der Halbleiter-Atome mithilfe von röntgenspektroskopischen Messungen. Dabei stellten sie fest, dass bei extrem dünnen Schichten im Bereich von bis zu 1 Nanometer die starke Bindung zwischen den einzelnen Halbleiter-Atomen aufgrund einer Wechselwirkung mit dem benachbarten Aluminium gelockert wird. Die Halbleiter-Atome können häufiger und leichter springen. Aufgrund dieser

Sprünge sind die Halbleiter-Atome beweglich und verändern ihre Position: sie springen an die Oberfläche der Aluminiumschicht. Das benachbarte Aluminium löst diese Beweglichkeit aus und darf dabei nicht weiter entfernt sein als einen halben Nanometer.

„Diese Beobachtung könnte zunehmend an Bedeutung gewinnen, da der Trend zu immer kleineren Halbleiter-Bauelemente in Computern geht. Diese befinden sich bereits in einer Größenordnung von 10-40 Nanometern, so dass an der Grenzfläche von Halbleiter zu Metallen Verschmierungen aufgrund von Atom-Sprüngen entstehen können. Interessant ist die Entdeckung dieses Phänomens auch für die Herstellung von Dünnschichtpräparaten auf hitzeempfindlichen Materialien, da der Halbleiter sogar bei sehr niedrigen Temperaturen zur Beweglichkeit angeregt werden kann“, wie Dr. Wang ausführt.

URL for press release: <http://www.is.mpg.de/de/mittemeijer>

Attachment Originalpublikation <http://idw-online.de/en/attachment45805>



Halbleiteratome (wie Silizium- und Germaniumatome) werden im Nanometer-Bereich unter dem Einfluss von Metall (wie Aluminium) zu Sprüngen angeregt, und dies bei Temperaturen von -190 Grad Celsius
Dr. Zumin Wang