

Dynamische Defekte

- 18. August 2014

Neue Methode ermöglicht schnelle Bestimmung und Kontrolle von NV-Zentren in Diamant.

Diamanten mit vereinzelt Unregelmäßigkeiten in der sonst regelmäßigen atomaren Struktur gelten aufgrund ihrer Quanteneigenschaften als aussichtsreiche Kandidaten für die Entwicklung des Quantencomputers. Die Struktur und Eigenschaften dieser Defekte auf Atomebene ließen sich bislang jedoch nur unvollständig bestimmen. Physiker der Universität Konstanz und der University of Chicago, USA, entwickelten nun eine Methode zur präzisen Charakterisierung und Kontrolle von Defekten in der Atomstruktur von Diamant.

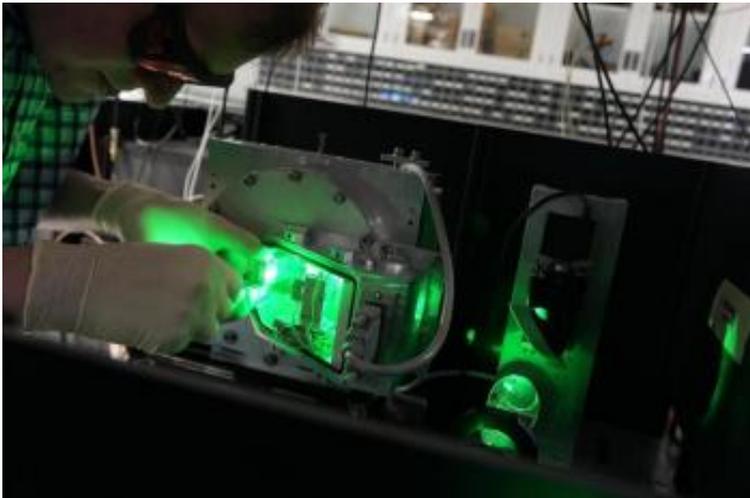


Abb.: Der Versuchsaufbau (Bild: Univ. Chicago)

Die Forscher verwenden ultraschnelle Lichtpulse, um den Quantenzustand des Defektes sowohl zu kontrollieren als auch um zu beobachten, wie der Zustand des einzelnen Elektrons sich in der ultrakurzen Zeitskala wandelt. Ihre Forschungsergebnisse könnten nicht nur einen wichtigen Schritt für die Entwicklung des Quantencomputers darstellen, sondern ermöglichen auch die Entwicklung von hochempfindlichen Messgeräten für Magnetfelder.

Diamanten werden durch Abweichungen und Fehlstellen in ihrer sonst regelmäßigen Atomstruktur für die Quantenmechanik besonders interessant, da diese strukturellen Abweichungen ihnen besondere Eigenschaften verleihen. „Es ist schwer, geeignete Materialien zu finden, die gut kontrollierbare Quanteneigenschaften haben. Diamanten mit einem Defekt sind ein solcher Kandidat“, erklärt Guido Burkard, Professor für Theoretische Festkörperphysik und Quanteninformation an der Universität Konstanz. Seine Arbeitsgruppe entwickelte in Zusammenarbeit mit dem Forscherteam von David Awschalom von der University of Chicago eine Methode zur Ausmessung und Steuerung von Defekten in Diamanten, insbesondere dem sogenannten NV-Defekt. Dabei handelt es sich um die Ersetzung eines Kohlenstoffatoms durch ein Stickstoffatom (N) in Kombination mit einer Fehlstelle (V für Vakanz) in der Atomstruktur. „Dieser Defekt ist weithin bekannt, da es sich um den Defekt handelt, der einem Diamanten eine rosa Färbung gibt“, erläutert Burkard. Für die Quantenmechanik ist der NV-Defekt von besonderem Interesse, da er einen sogenannten Spin besitzt. Mit bisherigen Analyseverfahren ließ sich die Struktur von Defekten in Diamanten jedoch nur unzureichend bestimmen.

In ihrem neuen Verfahren greifen die Forscher aus Konstanz und Chicago auf ultraschnelle Lichtimpulse zurück, um die Struktur des Defektes zu bestimmen. „Mit einem sehr schnellen Lichtpuls wird das System angeregt und in einen höheren Zustand versetzt. Nach einer kurzen Zeit, in der das System wechselwirkt, wird ein zweiter Puls gesendet, der das System gezielt abregt. In diesem Zustand lässt sich die Struktur sehr genau ausmessen, wie in einer Art ‚Quantentomographie‘. Zudem gewinnen wir ein Bild von der Dynamik des Systems“, erläutert Burkard die Methode. Ein weiterer Vorzug des neuen Verfahrens ist, dass sich der Spin über die Lichtpulse sehr viel präziser steuern lässt, als es bislang über Mikrowellen möglich war. „Das ging bislang mit einer Mikrosekunde noch vergleichsweise langsam“, vergleicht Burkard.

U. Konstanz / DE

Weitere Infos

- Originalveröffentlichung
[L. C. Bassett et al.: Ultrafast Optical Control of Orbital and Spin Dynamics in a Solid-State Defect, Science, online 14. August 2014; DOI: 10.1126/science.1255541](#)

- [Condensed matter theory and quantum information \(G. Burkard\), Universität Konstanz](#)

Verwandte Beiträge

- [Magnetischer Fingerabdruck im Photostrom](#)
- [Kosmischer Defekt in der Hintergrundstrahlung?](#)
- [Gehaltvolle Einsichten in die Nanowelt](#)

Copyright 2001 - 2014