

Deutschlandfunk
Forschung Aktuell

Lichtkufig aus Diamant

Photonische Kristallstruktur macht atomare Lichtquellen effizienter

Autor: Ralf Krauter
Redakteur: nn
Länge: 3'55"
Sendedatum: 29. 11. 2011
Gesprächspartner: Prof. Dr. Christoph Becher,
Arbeitsgruppe Quantenoptik,
Institut für technische Physik,
Universität des Saarlandes

Moderation

„Diamonds are a girl's best friend“, so heißt es im Titelsong eines James Bond-Films aus den 1970er Jahren. Doch mittlerweile interessieren sich längst nicht mehr nur Frauen für die Edelsteine aus purem Kohlenstoff, auch viele Physiker sind ihrer Faszination erlegen. Eine Reihe von Experimenten in den vergangenen Jahren legt nämlich nahe, dass Diamant der Stoff der Wahl ist, um einen Quantencomputer zu bauen – eine Rechenmaschine also, die sich die Effekte der Quantenwelt zunutze macht, um harte Nsse hochparallel und damit viel schneller zu knacken als heutige Supercomputer. Im Fachmagazin Nature Nanotechnology beschreiben Physiker aus Saarbrücken nun einen wichtigen Schritt auf dem Weg zum Quantenchip aus Diamant. Ralf Krauter.

Beitrag

Autor

Im Schaufenster eines Juweliers wäre der Diamant, der Christoph Becher mit Stolz erfüllt, sicher kein Blickfang. Nicht weil der Edelstein künstlich hergestellt wurde, was Schmuckliebhaber verschmähen, sondern weil er so winzig ist, dass erst der Blick durchs Elektronenmikroskop seine filigrane Schönheit offenbart: Ein frei schwebender Steg, hundertmal feiner als ein menschliches Haar, der in regelmäßigem Abstand von Luftlöchern perforiert ist. Für Christoph Becher ist der Diamant-Lochstreifen ein Schmuckstück. 5 Jahre hat der Physiker von der Uni Saarbrücken an der Struktur getüftelt. Sein Ziel: Ein optischer Käfig, der Lichtwellen im Diamant für kurze Zeit gefangen hält. Und genau das ist ihm nun gelungen.

Zuspiel 1: O-Ton Becher, 05:20 – 05:50, 20s

Diese Luftlöcher sind in einem periodischen Muster angeordnet. Und an jedem dieser Luftlöcher wird ein Teil der Lichtwelle wieder zurück reflektiert. Die Reflexionen an all diesen Luftlöchern zusammen führen dazu, dass die Lichtwelle eingesperrt wird in der Mitte dieser Struktur.

Autor

Der perforierte Nano-Steg ist eine Lichtfalle. Seine periodischen Luftlöcher wirken wie kleine Spiegel. Die Lichtwellen, die sie reflektieren, gehen von so genannten Farbzentren aus: Silizium-Atome, die durch winzige Verunreinigungen bei der Diamantsynthese ins Kristallgitter eingebaut wurden. Beleuchtet man den Edelstein, beginnen diese Farbzentren ihrerseits zu leuchten.

Zuspiel 2: O-Ton Becher, 07:45 – 08:00, 15s

Wir haben da so eine Art Mikroskop gebaut, durch das wir Licht auf den Diamanten fokussieren und auf der anderen Seite das Licht, was von dem Lichtkäfig ausgesandt wird, aufsammeln. Wenn sie durch dieses Mikroskop hindurch schauen, dann sehen sie das leuchten. Die Farbe ist dunkelrot.

Autor

Momentan kann der Spiegelkäfig im Diamant Lichtwellen gerade mal für milliardstel einer Millisekunde speichern. Doch das genügt schon, um bemerkenswerte Effekte zu erzielen, erklärt Christoph Becher.

Zuspiel 3: O-Ton Becher, 08:55 – 09:10, 15s

Das Wichtige ist, dass diese Zeit ausreicht, damit das Licht, das die Atome aussenden, wieder zurück kommen kann. Es wird von den Spiegeln wieder zurück geworfen auf das Atom selbst und kann mit dem Atom wieder in Wechselwirkung treten.

Autor

Und diese Wechselwirkung zwischen leuchtendem Atom und reflektierter Lichtwelle hat Folgen. Sie verändert die Abstrahlung der Atome. Und zwar ähnlich positiv, wie der Resonanzkörper den Klang einer Cello-Saite.

Zuspiel 4: O-Ton Becher, 10:55 – 11:20, 15s

Es verbessert die Rate, mit der ich die einzelnen Lichtteilchen erzeugen kann. Es verbessert die räumliche Abstrahlcharakteristik, macht das sozusagen ähnlicher einem Laserstrahl. Und es verbessert eben das Spektrum, es engt den Bereich der Farben ein, in dem diese Lichtquelle emittiert.

Autor

Mit dem Spiegelkäfig lassen sich aus Farbzentren im Diamant also maßgeschneiderte Lichtquellen machen. Für Quantenkryptographen, die geheime Botschaften abhörsicher übermitteln wollen, ist das eine gute Nachricht. Denn die brauchen simple Apparaturen, die auf Knopfdruck einzelne Lichtteilchen mit genau definierten Eigenschaften aussenden. Die Kombination von Farbzentren und Lichtkäfigen in Diamant könnte solche Einzelphotonenlampen kompakter, leistungsfähiger und preiswerter machen.

Außerdem könnten die Nanolochstreifen in künftigen Quantencomputern auf Diamantbasis als Schnittstelle dienen. Mit ihrer Hilfe ließen sich die in atomaren Zuständen gespeicherten Informationen eines Quantenprozessors mit Lichtgeschwindigkeit an einen anderen Ort transportieren.

Zuspiel 5: O-Ton Becher, 13:10 – 13:35, 25s

Als Vision kann man sich jetzt vorstellen, dass man mehrere dieser Elemente auf einer Art Chip, Diamantchip, integriert, so dass man die Speicherung und Verarbeitung von Informationen integrieren kann mit einem Interface, was diese Informationen auf Licht umsetzt, dass dieses Licht zu einer anderen Stelle auf dem Chip weiter geleitet werden kann, wo diese Information verarbeitet und ausgelesen wird.

Autor

Noch ist der Weg zum Diamantprozessor weit. Doch alle grundlegenden technologischen Komponenten, die dazu nötig wären, existieren bereits. Jetzt kommt es nur noch darauf an, das Puzzle zusammenfügen.