



ESNED NEZIĆ, MA

Universitätskommunikation
Pressesprecher

Tel.: +43 732 2468-3010

Fax: +43 732 2468-9839

esned.nezic@jku.at

Linz, 19. November 2013

Hochqualitative Quantenpunkte mit leichten Löchern im Grundzustand realisiert

Wissenschaftlern an der Johannes Kepler Universität (JKU) Linz und am Institut für Integrative Nanowissenschaften des IFW Dresden ist es nun in Kooperation mit Kollegen am Kavli Institut der TU Delft (Niederlande) und am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart gelungen, hochqualitative Quantenpunkte mit einem leichten Loch im Grundzustand zu realisieren. Halbleiter-basierte Quantensysteme gelten als vielversprechende Bausteine für zukünftige Systeme für hochsichere Datenübertragung. In diesem Feld könnten leichte Löcher in Quantenpunkten als Zwischenspeicher für "Quantenbits" zum Einsatz kommen.

Ein Quantenpunkt ist eine Halbleiternanostruktur, die aus einigen zehntausenden Atomen besteht und die in der Lage ist, die Bewegung von Elektronen in allen Raumrichtungen einzuschränken. In dieser Hinsicht ähnelt ein Quantenpunkt einem Atom, in dem die Elektronen am Kern gebunden sind und sich daher nicht frei bewegen können.

Wie im Falle eines Atoms können Elektronen auch in einem Quantenpunkt von ihrem Grundzustand durch Zufuhr von Energie in einen angeregten Zustand gebracht werden. Die Rückkehr (Rekombination) des angeregten Elektrons in den Grundzustand kann in beiden Fällen von Lichtemission begleitet werden. Dieses Phänomen ist die Basis für die Funktionsweise der Lichtröhre (die atomare Gase benutzt) und von Leuchtdioden und Lasern (die aus Halbleitermaterialien bestehen). Die Eigenschaften des emittierten Lichtes, wie z. B. Farbe und Polarisation, sind eng mit den Eigenschaften der angeregten Grundzustände verbunden. In einem undotierten Halbleiter befinden sich die Elektronen im Grundzustand in den sogenannten Valenzbändern. Nach der Anregung hinterlässt ein Elektron ein "Loch" in einem der Valenzbänder, das sich wie ein Teilchen verhält und abhängig vom Band eine

schwere oder leichte "Masse" besitzt. Bei den Quantenpunkten, die bisher realisiert wurden, waren ausschließlich schwere Löcher im Grundzustand beteiligt.

In der Arbeit, die nun in der renommierten Zeitschrift ‚Nature Physics‘ erschienen ist, wurden Quantenpunkte in einer vorverspannten Halbleiterschicht, einer sogenannten Nanomembran, mittels Molekularstrahlepitaxie gewachsen. Nach Entfernen des Substrats dehnen sich diese Nanomembranen aus, und die elastische Zugverspannung ermöglicht den energetischen Austausch des schweren mit dem leichten Lochband. Die Emissionseigenschaften dieser Quantenpunkte unterscheiden sich stark von denen konventioneller Quantenpunkte, die entweder kompressiv verspannt oder unverspannt sind.

Die Arbeit eröffnet die Möglichkeit zur Erforschung von Halbleiter-basierten Quantensystemen (Leichtloch-Exzitonen und Leichtloch-Spins), die bis jetzt kaum untersucht wurden. Die leichten Löcher in Quantenpunkten könnten in Zukunft für die Speicherung von "Quantenbits" genutzt werden. Verglichen mit Elektronen versprechen Löcher längere Speicherzeiten. Darüber hinaus sollten sich leichte Löcher einfacher kontrollieren lassen als schwere Löcher, sodass die Schreib- und Lesezeit der gespeicherten Information verkürzt werden kann.

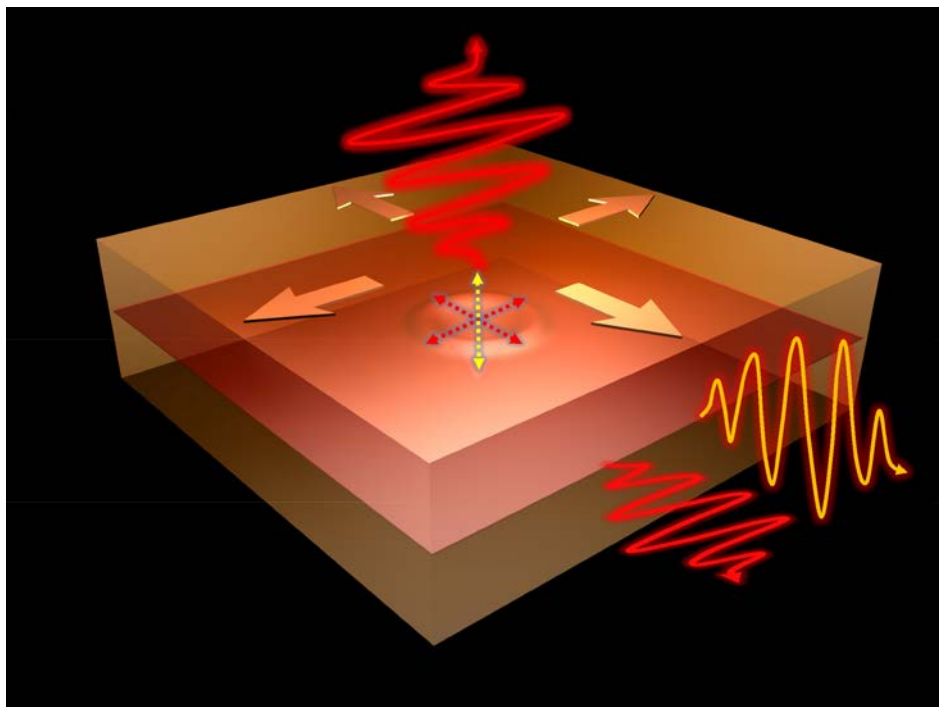


Abbildung: Schematische Darstellung eines Quantenpunktes in einer Nanomembran unter Zugspannung. Der Quantenpunkt emittiert Licht (Photonen) sowohl in vertikaler Richtung als auch in der Ebene. Die Beteiligung eines leichten Lochs in der Rekombination äußert sich durch vertikal polarisiertes Licht (gelbe Welle in der Abbildung).

Rückfragen:

Univ.-Prof. Dr. Armando Rastelli

Institut für Halbleiter- und Festkörperphysik an der JKU Linz

Tel. +43 (0)732/2468-9601

armando.rastelli@jku.at

Prof. Dr. Oliver G. Schmidt

Institut für Integrative Nanowissenschaften

IFW Dresden e.V.

Tel. +49 (0)351 4659 810

o.schmidt@ifw-dresden.de