



FERTIGUNG VON KÜNSTLICHEN SIGE-QUANTEN- PUNKTKRISTALLEN

Aufgabenstellung

Quantenpunkte (QP) sind hochinteressante Objekte mit einzigartigen elektronischen und optischen Eigenschaften. Die Herstellung von dicht gepackten und wohl geordneten Quantenpunktkristallen ermöglicht die Realisierung einer neuen Art von Festkörpern mit einer in der Natur nicht existenten Energiestruktur.

Vorgehensweise

Zur Herstellung von Quantenpunktkristallen sind diverse Prozessschritte notwendig: Die Grundlage bildet ein Silizium-Wafer, der mit einem Fotolack beschichtet ist und mittels EUV-Interferenz- oder Elektronenstrahlolithografie großflächig strukturiert wird. Anschließend wird das nanoskalige Lochmuster vom Fotolack in das darunterliegende Substrat mittels reaktivem Ionenätzen übertragen. Die entstandenen Vertiefungen im Silizium bestimmen die horizontale Position der Quantenpunkte. Anschließend werden die Ge-Quantenpunkte und die Si-Zwischenschichten auf den vorstrukturierten Wafer mittels Molekularstrahlepitaxie aufgewachsen. Die ungleichen Kristallgitterabstände von Si und Ge erzeugen eine Verspannung an der Grenzfläche, welche das Wachstum von Quantenpunkten möglich macht. Die vertikale Ordnung der Quantenpunkte entsteht durch wiederholtes, alternierendes

Wachstum von Si- und Ge-Schichten und durch eine vertikal wirkende Verspannung in der Si-Zwischenschicht, welche durch die Form der Ge-Quantenpunkte erzeugt wird. Somit entsteht ein künstlicher Kristall aus geordneten Quantenpunkten in drei Dimensionen mit einer lithografisch bestimmbarer Gitterperiode.

Ergebnis

In Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich wurde die Herstellung von künstlichen SiGe-Quantenpunktkristallen in hexagonaler Anordnung mit einer lateralen Gitterperiode zwischen 200 nm und 40 nm realisiert und optisch mittels μ -Photolumineszenzspektroskopie charakterisiert.

Anwendungsfelder

Die artifizialen Quantenpunktkristalle bzw. die gerichtete Selbstorganisation von Quantenpunkten, basierend auf dem hier erforschten SiGe oder einem verwandten III-V-Materialsystem, ermöglicht eine Vielzahl von Anwendungen, wie z. B. die Effizienzverbesserung von Solarzellen, die Fertigung von Lasern im Wellenlängenbereich der optischen Datenkommunikation oder IR-Photodetektoren.

Ansprechpartner

Dr. Serhiy Danylyuk
Telefon +49 241 8906-525
serhiy.danylyuk@ilt.fraunhofer.de

Dr. Jochen Stollenwerk
Telefon +49 241 8906-411
jochen.stollenwerk@ilt.fraunhofer.de

3 Hexagonal geordnete Ge-Quantenpunkte.

4 Querschnitt eines künstlichen Quantenpunktkristalls.